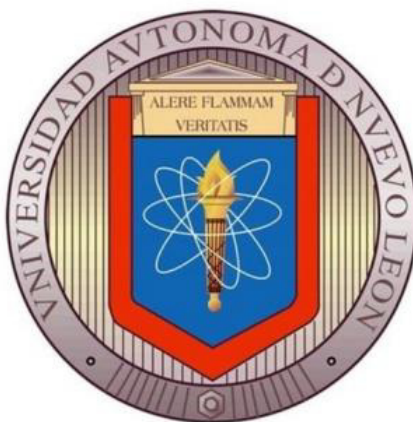


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE AGRONOMÍA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



TESIS

**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) A
LA DIETA, SOBRE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DE CABRAS ALPINAS Y
SAANEN EN DÉFICIT ENERGÉTICO**

PRESENTA

M.V.Z. CAROLINA ASTRID MONTIEL URESTI

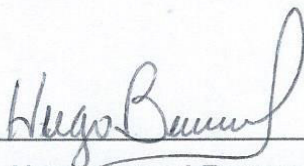
**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL**

MAYO, 2017

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CÁSCARA DE NARANJA (*Citrus sinensis*) A
LA DIETA, SOBRE PARÁMETROS FISIOLÓGICOS DE CABRAS ALPINAS Y
SAANEN EN DÉFICIT ENERGÉTICO

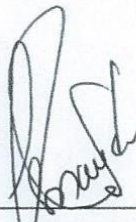
TESIS
QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN CIENCIA ANIMAL

PRESENTA:
M.V.Z. CAROLINA ASTRID MONTIEL URESTI



Dr. sc. agr. Hugo Bernal Barragán

Director de Tesis



Dr. Fernando Sánchez Dávila

Co-Director



Dr. Rogelio Alejandro Ledezma Torres

Co-Director

AGRADECIMIENTOS

Extiendo un agradecimiento muy especial a mi madre, la Sra. Irma Uresti Robledo, por todo su incondicional apoyo, ya que definitivamente sin ella yo no habría logrado concretar este gran paso. También a mi hermana, la Lic. Irma Aidé Montiel Uresti, que, aunque a veces no concordemos, y aunque ella no lo crea, su apoyo durante estos dos años ha sido igualmente invaluable.

Agradezco a mis compañeros de generación quienes me hicieron pasar buenos momentos y también a aquellos que no solo fueron mis compañeros, si no también mis amigos, Selene, Rolando, Alejandro y Ramiro y también a quienes me han apoyado a lo largo del camino, y que creyeron en mí, así como a los Doctores Hugo Bernal Barragán, Fernando Sánchez Dávila y Rogelio Alejandro Ledezma Torres que me brindaron una segunda oportunidad y que me abrieron las puertas para lograr concretar este gran paso en mi vida profesional.

También, quiero agradecer a las instituciones y programas involucrados en estos dos años, como CONACYT por el apoyo económico, así como a PAICYT, a la Facultad de Agronomía por abrir sus puertas a una MVZ y a todos los Ingenieros y estudiantes de esta institución que me ayudaron, también agradezco al programa de Posgrado en Conjunto de la Facultad de Agronomía y la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León, y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por acogerme otros dos años dentro de sus instalaciones.

ABREVIATURAS

μl	Micro litros
AO	Actividad Ovárica
CA	Consumo de Alimento
CC	Condición Corporal
CL	Cuerpo Lúteo
cm	Centímetros
d	Día
DDGS	Dried Distillery Grains with Soluble
ELISA	Enzyme-Linked-ImmunoSorbent Assay
FO	Folículos
g	Gramos
GnRH	Gonadotropin Releasing Hormone
IATF	Inseminación Artificial a Tiempo Fijo
Kg	Kilogramos
Mcal	Mega calorías
ME	Metabolizable Energy
mg/dl	Miligramos por decilitro
ml	Mililitros
mm	Milímetros
mmol/L	Milimoles por Litro
MS	Materia Seca

nm	Nanómetros
PC	Peso Corporal
PGF_{2α}	Prostaglandina F _{2α}
rpm	Revoluciones por minuto
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TM	Toneladas Métricas
Trat	Tratamiento

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	4
2.1.	Objetivo general	4
2.2.	Objetivos específicos	4
3.	HIPÓTESIS	5
4.	REVISIÓN DE LITERATURA	6
4.1.	Situación actual de la producción caprina en México	6
4.1.1	Distribución por regiones de los caprinos en México	6
4.2	Requerimientos energéticos y nutricionales de las cabras adultas lecheras	7
4.3.	Nuevas tendencias en la producción ganadera	8
4.3.1	Problemática de la caprinocultura en los sistemas extensivos en zonas áridas y semiáridas de México y el mundo.	9
4.4.	Reproducción en las cabras	10
4.4.1.	Datos principales	10
4.4.2.	Ciclo estral de las cabras	11
4.4.3.	Principales hormonas de la reproducción	12

4.4.4.	Eje hipotálamo-hipofisiario-gonadal	12
4.4.5.	Hormona liberadora de las gonadotropinas	12
4.4.6.	Hormonas adenohipofisarias	13
4.4.7.	Progesterona, oleadas foliculares y hormonas involucradas	14
4.5.	Protocolos de sincronización de estros	15
4.6.	Energía en rumiantes	16
4.6.1.	Balance energético negativo	18
4.6.2.	Balance energético de mantenimiento	18
4.6.3.	Balance energético positivo	19
4.7.	Nitrógeno ureico en rumiantes	20
4.8.	Alternativa para un suplemento alimenticio	20
4.9.	Situación actual de la producción en la industria citrícola	22
4.9.1.	Producción de naranja dulce en México	23
4.9.2.	Desechos de la naranja dulce	24
4.9.3.	Valor nutrimental de la cáscara de naranja dulce	25
4.9.4.	Uso de los subproductos agroindustriales de naranja dulce como suplemento alimenticio en rumiantes	27
4.10.	Situación actual de la industria productora de etanol	28
4.10.1.	Desechos de la industria productora de etanol	29
4.10.2.	Valor nutrimental de los DDGS	29
4.10.3.	Uso de los DDGS como suplemento alimenticio en rumiantes	30
4.11.	Uso de la cáscara de naranja y DDGS en conjunto como Suplemento alimenticio en rumiantes	31

5.	MATERIALES Y MÉTODOS	33
5.1.	Lugar del estudio	33
5.2.	Diseño experimental	35
5.3.	Elaboración y descripción de los tratamientos	36
5.4.	Ofrecimiento y registro del consumo de alimento	37
5.5.	Análisis del valor nutricional del forraje de pasto Buffel y de los subproductos	38
5.6.	Registro del PC y CC de las cabras	39
5.7.	Toma de muestra sanguínea	40
5.7.1.	Procesamiento de las muestras sanguíneas	41
5.8.	Determinación de concentración sérica de progesterona, nitrógeno ureico y glucosa	41
5.8.1.	Progesterona	41
5.8.2.	Nitrógeno Ureico	42
5.8.3.	Glucosa	44
5.9.	Evaluación de actividad ovárica	45
5.10.	Protocolo de sincronización de estros	45
5.11.	Protocolo de IATF	46
5.12.	Diagnóstico de preñez	46
5.13.	Análisis estadístico	47

6.	RESULTADOS	48
6.1.	Valor nutrimental de los tratamientos, el forraje de pasto Buffel y los subproductos agroindustriales	48
6.2.	Consumo de alimento	49
6.3.	Peso Corporal	50
6.4.	Condición Corporal	52
6.5.	Actividad Ovárica	55
6.6.	Concentración sérica de progesterona	56
6.7.	Concentración sérica de nitrógeno ureico	57
6.8.	Concentración sérica de glucosa	59
7.	DISCUSIÓN	61
7.1.	Valor nutrimental de los tratamientos, el forraje de pasto Buffel y los subproductos agroindustriales	61
7.2.	Consumo de alimento	61
7.3.	Peso y Condición corporal	63
7.4.	Actividad Ovárica y Gestaciones	64
7.5.	Concentración sérica de Progesterona y tasa de gestación	65
7.6.	Concentración sérica de Nitrógeno Ureico	66
7.7.	Concentración sérica de Glucosa	69
8.	CONCLUSIONES	71
9.	BIBLIOGRAFÍA	72

10.	ANEXOS	86
10.1.	Datos generles de las cabras, alojamiento y tratamiento asignado al inicio del experimento	86
10.2.	CA durante el experimento	87
10.3.	PC durante el experimento	91
10.4.	CC durante el experimento	92
10.5.	Concentración de Progesterona sérica durante el experimento	93
10.6.	Concentración de Nitrógeno Ureico sérico durante el experimento	94
10.7.	Concentración de Glucosa sérica durante el experimento	95
10.8.	AO el día 18 del experimento y diagnóstico de gestación al día 30 post IATF	96
10.9.	Representación esquemática del procedimiento para la determinación de Progesterona sérica	98
10.10.	Representación esquemática del procedimiento para la determinación de Nitrógeno Ureico sérico	99
10.11.	Representación esquemática del procedimiento para la determinación de Glucosa sérica	100
10.12.	Requerimientos nutricionales para mantenimiento de cabras adultas lecheras (NRC, 2007)	101

ÍNDICE DE CUADROS

1.	Requerimientos nutricionales de las cabras adultas lecheras (NRC, 2007)	8
2.	Algunas de las asociaciones conocidas entre el balance energético, metabolismo y reproducción (Scaramuzzi <i>et al.</i> , 2006).	17
3.	Valor nutricional de la cáscara de naranja en las cuatro diferentes estaciones del año (%MS) (Vásquez-Aguilar, 2014)	26
4.	Valor nutricional de los DDGS en las cuatro diferentes estaciones del año (%MS) (Vásquez-Aguilar, 2014)	30
5.	Resultados y contenido de proteína cruda de las diferentes dietas experimentales (Anderson <i>et al.</i> , 2006)	31
6.	Resultados y contenido de proteína cruda de los diferentes tratamientos (Liñán-González, 2015)	32
7.	Distribución de las unidades experimentales entre los diferentes tratamientos	35
8.	Composición de las dietas experimentales (%) y contenido calculado de proteína y energía en la dieta	36
9.	Valor nutricional de la cáscara de naranja y DDGS (%MS) (Vásquez-Aguilar, 2014)	37
10.	Resultados del análisis del valor nutrimental del forraje Buffel y de los subproductos agroindustriales (cáscara de naranja y DDGS)	48
11.	Resultados (%MS) del análisis del valor nutrimental de los tratamientos usados durante el experimento.	49

12.	PC (kg) de las cabras durante el experimento	50
13.	CC (Unidades) de las cabras durante el experimento	53
14.	Concentración sérica de progesterona (ng/dl) de las cabras durante el experimento	56
15.	Concentración sérica de nitrógeno ureico (mg/dl) de las cabras durante el experimento	57
16.	Concentración sérica de glucosa (mg/dl) de las cabras durante el experimento	59

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Estados de la República Mexicana con mayor producción de leche caprina (CANACINTRA, 2012)	7
2.	Relación de CC con tasa de abortos (Mellado <i>et al.</i> , 2004)	10
3.	Ciclo estrual de la cabra: desarrollo folicular, ciclo ovárico y regulaciones endocrinas *Folículos ováricos (Fatet <i>et al.</i> , 2011)	11
4.	Países con mayor producción de cítricos a nivel mundial (FAO, 2015)	22
5.	Producción de los diferentes cítricos a nivel mundial (FAO, 2015).	23
6.	Estados con mayor producción de naranja en México (SHCP, 2014).	24
7.	Comparación entre el PC de las cabras suplementados con pulpa de naranja vs. no suplementados (Volanis <i>et al.</i> , 2006).	28
8.	Mapa de la ubicación del municipio de Marín, N.L. (INAFED, 2016).	33
9.	Registro de la variación de la temperatura media y la humedad relativa media durante el experimento (INIFAP, 2015).	34
10.	Representación esquemática del experimento.	38
11.	Ejemplo de la puntuación 1,3 y 5 de la escala del 1-5 usado en ganado caprino productor de leche (Villaquiran <i>et al.</i> , 2004).	40
12.	CA (1394.03 ± 16.62 g) durante el experimento	50
13.	Variación del PC de las cabras durante el experimento con respecto al día 0	51
14.	PC (42.49 ± 0.28 kg) de las cabras durante el experimento	52

15.	Variación de la CC de las cabras durante el experimento con respecto al día 0	54
16.	CC (3.50 ± 0.03 Unidades) de las cabras durante el experimento.	55
17.	Resultados de la evaluación de la AO de las cabras al día 18 del experimento.	55
18.	Concentración sérica de progesterona (ng/dl) de las cabras durante el experimento.	57
19	Variación de la concentración sérica de nitrógeno ureico de las cabras durante el experimento con respecto al día 0.	58
20.	Concentración sérica de nitrógeno ureico (14.44 ± 0.44 mg/dl) de las cabras durante el experimento.	58
21.	Variación de la concentración sérica de glucosa de las cabras durante el experimento con respecto al día 0.	60
22.	Concentración sérica de glucosa (73.80 ± 0.76 mg/dl) de las cabras durante el experimento.	60

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de niveles crecientes de cáscara de naranja seca a una dieta a base de forraje Buffel y grano seco de destilería (DDGS) durante 31 días, sobre parámetros productivos y reproductivos en 36 cabras Alpinas y Saannen, bajo efecto de déficit energético.

Los tratamientos se designaron como Trat1, Trat2 y Trat3, los cuales contenían 0% (1.857 Mcal ME/kg MS), 13.1% (2.001 Mcal ME/kg MS) y 26.2% (2.147 Mcal ME/kg MS) de cáscara de naranja seca respectivamente. La proporción de inclusión de DDGS entre los tratamientos osciló de un 9.8 a 10.5% (7.89 y 7.94% de MS). Se registró semanalmente el consumo diario de alimentos, así como el peso y la CC de cada animal. Asimismo, semanalmente se colectó una muestra sanguínea para determinar la concentración sérica de progesterona, nitrógeno ureico y glucosa.

Se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$) del CA entre los tratamientos. Para el PC y la CC, se registró una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre Trat1 y Trat3, mientras que Trat2 no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) con respecto a los demás tratamientos. Para la concentración sérica de progesterona, nitrógeno ureico y glucosa no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$).

En conclusión, la cáscara de naranja adicionada a una dieta baja en energía, aumenta el CA. Las cabras bajo un déficit energético de 31 días (Trat1) perdieron un 6.1% de PC y 8.7% de CC (calculado en base al peso y CC inicial); en cambio las cabras suplementadas con los niveles más altos de cáscara de naranja (Trat3) aumentaron un 2.8% de su PC y un 9% en su CC. La suplementación no ejerció un

efecto sobre la AO de las cabras. Los altos niveles de progesterona sérica son un indicativo de la presencia de un ciclo estral, aunque la persistencia de los altos niveles durante todo el experimento indica una probable presencia de un cuerpo lúteo persistente. Los bajos niveles de nitrógeno ureico y altos niveles de glucosa en el Trat1 son indicativos de una probable cetosis metabólica.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of the inclusion of increasing levels of dried orange peel to a diet based on Buffel grass forage and DDGS for 31 days, upon some productive and reproductive parameters of 36 non-pregnant female goats under the effects of energy deficit.

The treatments were designated as Trat1, Trat2 and Trat3, containing 0% (1.857 Mcal ME/kg DM); 13.1% (2.001 Mcal ME/kg DM) y 26.2% (2.147 Mcal ME/kg DM) of the dried orange peel. The proportion of DDGS oscillated from 9.8 to 10.5% among treatments (7.89 and 7.94% of DM). Daily feed intake as well as the body weight and body condition score were registered weekly. Blood samples were taken weekly in order to determine the serum concentration of progesterone, urea nitrogen and glucose.

The results show a significant difference ($P < 0.05$) in the feed intake among treatments. In the body weigh and body condition score a significant difference ($p < 0.05$) was registered between Trat1 and Trat3, whereas Trat2 was not significantly different ($P > 0.05$). The serum progesterone, urea nitrogen and glucose concentrations did not register a significant difference ($P > 0.05$) among treatments.

In conclusion, goats under energy deficit for 31 days (Trat1), lost 6.1% of body weight and 8.7% of body condition score. Inclusion of dried orange peel to the diet, increased the feed intake. Goats supplemented with higher levels of dried orange peel (Trat3) gained 2.8% of body weight and 9% of body condition score. Long periods of supplementation did not have effects on the ovarian activity. Higher levels

of serum progesterone concentration indicate a probable persistent corpus luteum. The low serum urea nitrogen concentrations in Trat1 indicate probably a metabolic cetosis.

1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias en la producción ganadera buscan lograr una transición de esquemas de explotación intensiva a semi-extensivas o extensivas (Lachica y Aguilera, 2005) y además lograr los objetivos deseados por la sociedad actual, los cuales se definen como “limpios, verdes y éticos” (Martín *et al.*, 2004) proponiendo el uso de métodos naturales en lugar del uso de hormonas exógenas, para alcanzar la calidad de los productos animales en lugar de la cantidad (Lachica y Aguilera, 2005).

Actualmente la caprinocultura se caracteriza por encontrarse presente lugares en dónde hay algún tipo de matorral, arbusto, pasto o planta que puedan ramonear (CONARGEN, 2013). Para el año 2000 se estimó que la población mundial de cabras era de 751 632 miles de cabezas, sin embargo, para el año 2013 se estimó en 1 005 603 miles de cabezas, lo cual es un importante indicativo de que la caprinocultura va en ascenso, además el 95% de estos animales se concentran en los países en vías de desarrollo (FAOSTAT, 2015a; FAO, 2017). La cabra cuenta con características que las convierten en la especie de mejor opción para la ganadería tales como, alta tasa de desarrollo, alta fertilidad, eficiencia alimenticia, eficiencia en utilización de forrajes, eficiencia en la producción de leche, alta demanda de carne, piel y pelo, así como de guano o abono, y es un excelente controlador de malezas (Aréchiga *et al.*, 2008).

En el año 2012, el continente americano alojaba el 3.6% de la población mundial caprina, siendo México y Brasil los países que concentran cerca de la mitad de esta

población, en donde México, según datos oficiales de la FAOSTAT (2015b), cuenta con 8 687 814 millones de cabezas de ganado caprino, ocupando el puesto 21 a nivel mundial en producción de leche de cabra (SAGARPA, 2013) y 6.4 millones de cabezas de ganado caprino se concentran en las zonas áridas o semiáridas de México (CONARGEN, 2013) de las cuales el 70% es manejado bajo sistemas de producción extensivos (CONARGEN, 2013).

Aproximadamente una tercera parte de la superficie terrestre se encuentra cubierta por zonas áridas o semiáridas (SIAP, 2014b), condiciones bajo las cuales no cualquier especie animal se adapta para producir de manera rentable, es por eso que el 55% de los animales de producción que viven en zonas muy secas son los caprinos (CONARGEN, 2013).

En muchos países en vías de desarrollo como México, la producción caprina representa el sustento económico y alimenticio en muchas familias (Aréchiga *et al.*, 2008), haciendo necesario buscar una manera de lograr un bienestar y rendimiento productivo de estos animales. Se ha encontrado que el estrés por desnutrición es una causa importante del pobre rendimiento productivo y reproductivo, lo cual lleva a pérdidas económicas (Kusina *et al.*, 2001). Las cabras manejadas bajo sistemas extensivos en zonas áridas y semiáridas no reciben los nutrientes o la suplementación adecuada para suplir los requerimientos nutrimentales básicos para su mantenimiento, además su período anéstrico coincide con la temporada más seca del año, siendo de Marzo a Agosto (Fitz-Rodriguez *et al.*, 2009).

La producción de leche caprina se ha visto impulsada en los últimos años, ya que, en comparación con la leche de vaca, esta contiene un mayor porcentaje de grasa y proteína de alta calidad, lo cual convierte a en un recurso que aporta subproductos de mejor calidad y muy bien remunerados motivando a la búsqueda de métodos que incrementen la eficiencia productiva y reproductiva de estos animales (CONARGEN, 2013).

La alimentación representa la mayor proporción (70%) de los costos de producción (Rahman *et al.*, 2015). Investigaciones (Liñán-González, 2015) proponen el uso de subproductos agroindustriales de bajo costo como la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) (subproducto resultante de la industria citrícola local) y los DDGS (Granos Secos de Destileria y Solubles, por sus siglas en inglés; subproducto resultante de la industria productora de etanol a partir de almidón de los granos). Estos están siendo considerados ya que representan una opción viable para una dieta base en la alimentación de rumiantes que cubra los requerimientos nutricionales necesarios y logre los objetivos deseados por los productores (Bampidis y Robinson, 2006). Sin embargo, sus efectos, aún necesitan ser dilucidados, ya que no existe la literatura suficiente para saber el modo de acción de dichos subproductos y poder realizar un esquema de alimentación adecuado. Es por esto que el presente estudio se realizó en cabras comerciales bajo condiciones de déficit energético como contribución para establecer un esquema alimenticio que incluya la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a niveles crecientes en la dieta a base de forraje de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) y DDGS, y determinar los efectos que esto provoca sobre parámetros productivos y reproductivos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de un déficit energético y la inclusión de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a diferentes niveles en una dieta conformada por DDGS y forraje de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris L.*), sobre la respuesta fisiológica reproductiva y productiva de cabras Alpinas y Saanen en términos de cambios de peso, CC, AO, fertilidad, concentración sanguínea de progesterona, glucosa y nitrógeno ureico (BUN) dentro de la estación reproductiva.

2.2. Objetivos Específicos

Evaluar la AO, porcentaje de gestación, así como las concentraciones de progesterona en suero sanguíneo de las cabras.

Determinar las concentraciones de metabolitos sanguíneos, tales como la glucosa, nitrógeno ureico, además de desarrollo corporal y condición corporal (CC) en cabras comerciales.

3. HIPÓTESIS

La inclusión de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*) a diferentes niveles en una dieta con DDGS y forraje de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris L.*), en la fase previa y durante el empadre, tendrá efectos positivos sobre el peso, CC, concentración sanguínea de glucosa, progesterona y BUN, así como también sobre la AO y gestación de cabras bajo condiciones de balance energético negativo, durante la temporada reproductiva.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Situación actual de la producción caprina en México

México aloja el hato caprino más grande de Latinoamérica, con cerca de 10 millones de cabezas de ganado caprino, y una producción de leche caprina de 155 millones de litros de leche al año (SAGARPA, 2014), lo que representa una potencial fuente importante de ingreso (SIAP, 2014a).

A nivel mundial la leche de cabra representa solo cerca del 2% del total de la leche producida, sin embargo, es un producto de mucha importancia para algunos países como México, en dónde se produce 19 kg de leche *per capita*. En producción de quesos, México se ubica en el sexto lugar a nivel mundial, con una producción de 14083 TM, representando así el 3.3% de la producción mundial. Algunos otros derivados de la leche de cabra son la crema, mantequilla, dulces de leche, entre otros (CONASA, 2011).

4.1.1. Distribución por regiones de los caprinos en México

En la zona norte de México, los Estados de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas y San Luis Potosí, concentran el 45% del inventario caprino total nacional (Figura 1). En la zona sur de México, los Estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero, tienen el 26.1% de la población caprina del país. En la zona centro de

México, los Estados de Guanajuato, Querétaro y Michoacán albergan el 10% de la población caprina nacional (CANACINTRA, 2012).

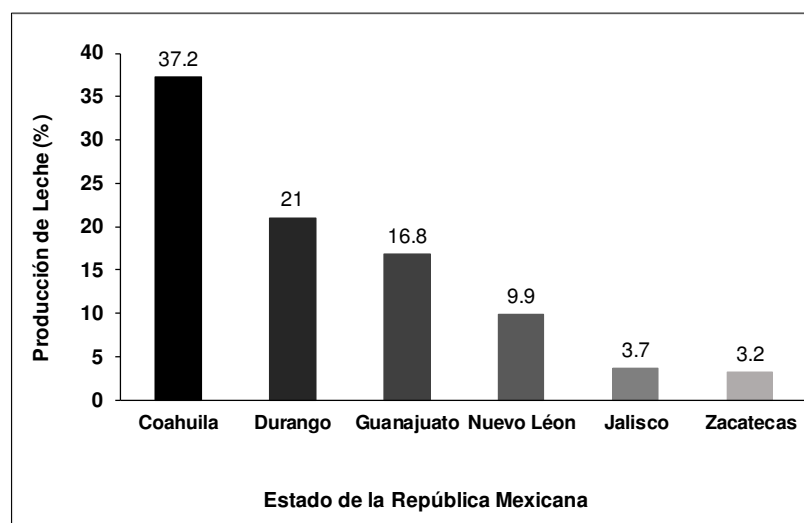


Figura 1. Estados de la República Mexicana con mayor producción de leche caprina (CANACINTRA, 2012).

4.2. Requerimientos energéticos y nutricionales de las cabras adultas lecheras

Existen diversas publicaciones (Luo *et al.*, 2004a; Luo *et al.*, 2004b; Luo *et al.*, 2004c; Nsahlai *et al.*, 2004a; Nsahlai *et al.*, 2004b) en la cuales se compendian los requerimientos mínimos necesarios de energía y de otros nutrientes para el mantenimiento de las actividades básicas de las cabras adultas lecheras. Sin embargo, Lachica y Aguilera (2005) indican que determinar con precisión la energía necesaria para el mantenimiento de las actividades básicas de las cabras bajo un

esquema de explotación extensivo, sigue siendo un tema con muy poca información.

En una publicación titulada “*Nutrient Requirements for Small Ruminants*” (NRC, 2007), se establecen los requerimientos nutrimentales necesarios para el mantenimiento de las cabras lecheras adultas; en el Cuadro 1 se muestran dichos valores.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de las cabras adultas lecheras (NRC, 2007).

PC	Consumo	Requerimientos	
		Energía	Proteína Cruda
(kg)	(kg MS/d)	(Mcal ME/d)	(g/d)
30	0.80	1.54	51
40	1.00	1.91	64
50	1.18	2.25	75

4.3. Nuevas tendencias en la producción ganadera

En todo el mundo la nueva tendencia en la producción ganadera, ya sea de grandes o pequeños rumiantes, es cambiar los sistemas de producción intensivos a sistemas de producción semi-extensivos o extensivos (Lachica y Aguilera, 2005) y además de buscar incrementar el rendimiento en la producción y reproducción animal, los productores también buscan lograr los objetivos deseados por la sociedad, los cuales se definen como “limpios, verdes y éticos” (Martín *et al.*, 2004), proponiendo

el uso de métodos naturales en lugar de aplicar hormonas exógenas, buscando así mejorar la calidad de los productos animales (Lachica y Aguilera, 2005).

4.3.1. Problemática de la caprinocultura en los sistemas extensivos en zonas áridas y semiáridas en México y el mundo

La producción caprina en un sistema extensivo requiere de grandes extensiones de terreno, ya que la alimentación de las cabras se basa en el ramoneo a voluntad. En este tipo de sistema, a pesar de que se abaratan los costos en alimentación e instalaciones, generalmente los resultados en el rendimiento productivo son menores a los esperados (Aréchiga *et al.*, 2008).

La alimentación es la proporción de gasto más importante (60-70%) cuando se trata de la producción del ganado, por lo que cuando el alimento es escaso en las zonas áridas o semiáridas el ganado no recibe ningún tipo de suplementación (De Santiago-Miramontes, 2008; Rahman *et al.*, 2015).

En el 2004 Mellado *et al.* llevaron a cabo un estudio con 374 cabras en el Estado de Coahuila, México, las cuales no recibieron ningún tipo de suplementación durante 1 año, y fueron solamente mantenidas en pastoreo bajo condiciones de sistema extensivo. Se determinó la relación entre la CC de las cabras (usando una escala de CC del 1 al 5), y la tasa de abortos que presentaron. Los resultados obtenidos por Mellado *et al.* (2004; Figura 2) nos indican que, como consecuencia de la falta de nutrientes, son comunes las bajas tasas de reproducción en cabras manejadas

bajo condiciones extensivas en el noreste de México, debido a los efectos acumulativos de tasas bajas de concepción, alta tasa de abortos y alta tasa de mortalidad de cabritos.

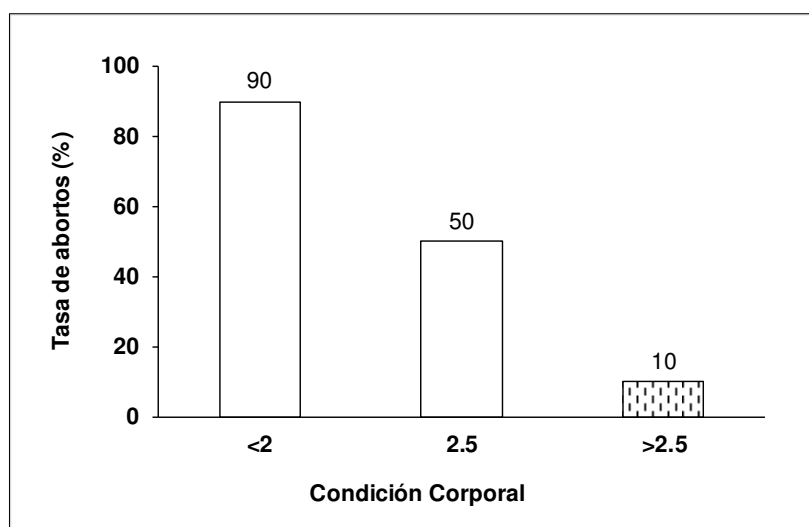


Figura 2. Relación de CC con tasa de abortos (Mellado *et al.*, 2004).

4.4. Reproducción en las cabras

4.4.1. Datos principales

Las cabras muestran actividad reproductiva cíclica, que depende de factores tales como la latitud, clima, disponibilidad de alimento, y sistema de explotación, así como también del fotoperiodo (Fatet *et al.*, 2011). Anualmente las cabras muestran dos etapas en su reproducción: la primera es la temporada reproductiva, en la que se encuentran sexualmente activas y muestran actividad estral, así como también ovulación cada 21 a 22 días; la segunda etapa es la de anestro, caracterizada por

una ausencia de actividad sexual, que puede variar de acuerdo a la ubicación geográfica de las cabras (Gómez-Brunet *et al.*, 2012). En México la temporada reproductiva dura de Septiembre a Febrero (a 26°N), y el anestro de Marzo a Agosto (Fitz-Rodriguez *et al.*, 2009; Gómez-Brunet *et al.*, 2012).

4.4.2. Ciclo estral de las cabras

El ciclo reproductivo de las cabras tiene una duración promedio de 21 días y comprende diferentes etapas y un sistema de interacciones hormonales complejas, el cual se encuentra esquematizado en la Figura 3 (Fatet *et al.*, 2011).

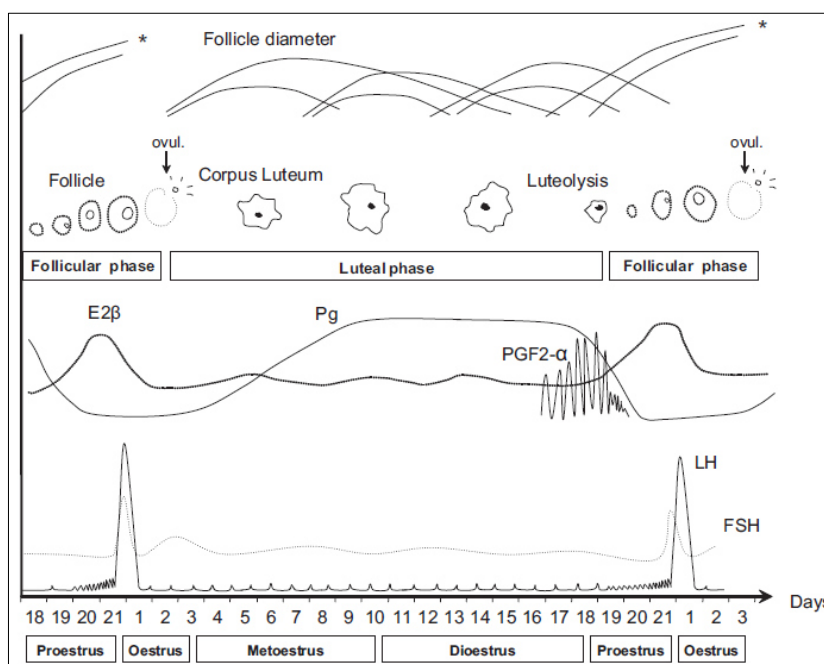


Figura 3. Ciclo estral en la cabra: desarrollo folicular, ciclo ovárico y regulaciones endocrinas. *Folículos ováricos (Fatet *et al.*, 2011).

4.4.3. Principales hormonas de la reproducción

El sistema reproductor de la hembra, para poder llevar a cabo sus funciones, tiene que trabajar en conjunto con diferentes hormonas estimuladas por variados estímulos nerviosos, como, por ejemplo, la GnRH, FSH, LH, etc. Todo este complejo sistema de señales y respuestas, que involucra a sistema nervioso, sistema reproductor y hormonas, es llamado Eje Hipotálamo-Hipofisiario-Gonadal (Sánchez *et al.*, 2008).

4.4.4. Eje Hipotálamo-Hipofisiario-Gonadal

Este eje consiste de tres niveles: el hipotálamo, la hipófisis y las gónadas (Jin y Yang, 2014). Las neuronas endócrinas hipotalámicas están reguladas por la acción de hormonas provenientes del torrente sanguíneo (Bustos Obregón and Torres-Díaz, 2012).

4.4.5. Hormona liberadora de la gonadotropina

La GnRH es un decapeptido sintetizado y liberado por las células neurosecretoras hipotalámicas en cantidades necesarias por el organismo y es el principal factor que estimula la regulación de la generación y secreción de las gonadotropinas en la pituitaria anterior (García Romero *et al.*, 2009). Esto convierte a la GnRH en la principal hormona reguladora de la actividad reproductiva en todos los mamíferos (Ball *et al.*, 2006; Millar *et al.*, 2005).

La GnRH es secretada del hipotálamo de una manera periódica y pulsátil (Seeburg *et al.*, 1987), y es transportada por medio del sistema portal Hipotálamo – Hipofisiario para actuar en la hipófisis, para que ésta secrete dos hormonas gonadotrópicas: la hormona Folículo Estimulante (FSH) y la hormona Luteinizante (LH). Éstas actúan estimulando la secreción de las hormonas sexuales por parte de la gónada (Bustos Obregón and Torres-Díaz, 2012). La GnRH tiene una vida promedio muy corta, siendo de 2 a 5 minutos, debido a la acción de las proteasas (Gobello *et al.* 2007; Schneider *et al.*, 2008).

4.4.6. Hormonas adenohipofisiarias

El lóbulo anterior de la hipófisis secreta tres hormonas gonadotropicas: FSH, LH y prolactina. FSH y LH son glicoproteínas hormonales diméricas, conformadas por subunidades alfa y beta. Estas gonadotropinas son secretadas hacia la circulación sistémica y actúan en las gónadas para estimular el desarrollo de los folículos (FSH) y para regular la ovulación (LH) (Kaiser *et al.*, 1997). La liberación de las gonadotropinas es de una manera pulsátil, como consecuencia de la liberación pulsátil de la GnRH, la cual determinará cuál de las gonadotropinas será mayormente secretada (Jin y Yang, 2014; Kanasaki *et al.*, 2013).

Se sabe que la síntesis y secreción de FSH puede ser incrementada por factores hipotalámicos, particularmente la GnRH, e inhibida por los factores ováricos estradiol e inhibina. Sin embargo, la interacción de estos factores aún no ha sido bien determinada *in vivo* (Haughian *et al.*, 2013).

Cuando estradiol estimula a la GnRH durante la fase preovulatoria, se estimula el surgimiento de la LH y la FSH en la circulación periférica. Las concentraciones de inhibina folicular, parecen estar elevadas durante la fase preovulatoria y después de esta fase, los niveles de inhibina folicular caen (Haughian *et al.*, 2013).

4.4.7. Progesterona, oleadas foliculares y otras hormonas involucradas

El ciclo estral de las cabras activado en condiciones de fotoperiodo decreciente (temporada reproductiva), tiene una duración aproximada de 21 días. La hormona progesterona se presenta durante la etapa luteal (después de una ovulación), en concentraciones mayores a 1 ng de progesterona/ml de suero sanguíneo, las cuales inhiben una nueva ovulación al no permitir la acción de la gonadotropina sobre el folículo. Si el óvulo no es fertilizado se lleva a cabo una luteolisis, con lo que los efectos de la progesterona se remueven. Con ello, el siguiente folículo produce grandes cantidades de estradiol y domina sobre los demás folículos (Castro *et al.*, 1999; Menchaca y Rubianes, 2002; Fatet *et al.*, 2011). La progesterona es la responsable de mantener la gestación (Stevenson *et al.*, 2015).

Existen oleadas foliculares menores y mayores durante el ciclo estral en el ganado. La oleada mayor se refiere a cuando los folículos dominantes se desarrollan y una oleada folicular menor se refiere a cuando el folículo no se desarrolla (Ginther *et al.*, 2015). La FSH comienza a declinar una vez que el folículo se ha desarrollado. La supresión inicial de la FSH se le atribuye a la inhibina, y cuando el folículo se ha desarrollado la supresión de FSH se atribuye al estradiol (Ginther *et al.*, 2013). Una

vez que el folículo dominante ha ovulado, se forma una estructura conocida como cuerpo lúteo, que es una glándula endocrina trascendental que produce progesterona (Rekawiecki *et al.*, 2008).

La LH actúa en conjunto con la FSH para inducir la secreción de estrógeno del folículo ovárico grande. La oleada preovulatoria de LH es causativa de la ruptura de la pared folicular y de la ovulación, así como la formación del cuerpo lúteo y del mantenimiento del mismo. El cuerpo lúteo es menos dependiente de la estimulación de LH para mantener su desarrollo y función (Hafez, 2002; Rekawiecki *et al.*, 2008).

Factores ambientales, tales como el fotoperiodo y el estrés calórico, influyen el desempeño de las cabras en su reproducción y lactancia, Causando al menos en parte, algunos de sus efectos por alteraciones en la concentración de prolactina (Thompson *et al.*, 2013).

4.5. Protocolos de sincronización de estros

Los protocolos de sincronización de estros son usados por los productores para tener una mejor detección de la actividad sexual, y llevar a cabo programas de inseminación artificial, con la finalidad de controlar y preservar la herencia genética deseada para su rebaño (Holtz *et al.*, 2008). Existen diversos tipos de sincronización de estros; la adecuada elección de uno de los métodos dependerá de las preferencias del productor, así como del objetivo deseado y de las condiciones de la granja (López-Sebastián *et al.*, 2007).

Los métodos naturales de sincronización de estros incluyen el efecto macho (Gelez y Fabre-Nys, 2004), refuerzo dietético (Robinson *et al.*, 2006) y control de las horas luz (Delgadillo *et al.*, 2014). Los métodos que incluyen aplicación de hormonas exógenas lo hacen a través de dispositivos vaginales (Menchaca *et al.*, 2007) o aplicación por medio de inyecciones (Holtz *et al.*, 2008).

4.6. Energía en rumiantes

Al ingresar al rumen los carbohidratos de la dieta, los rumiantes utilizan las bacterias del rumen para la producción de ácidos grasos volátiles acético, propiónico y butírico. de los cuales el propiónico, es fuente de glucosa y glucógeno hepático (Herdt, 2000; Claro, 2004).

Scaramuzzi *et al.* (2006) indican que el estado nutricional del animal y su impacto sobre los parámetros fisiológicos, se pueden evaluar mediante el balance energético, el cual puede ser negativo, positivo o de mantenimiento, dependiendo de sus requerimientos nutricionales por edad y etapa productiva. En el Cuadro 2 se resumen algunos de los efectos que los diferentes tipos de balances energéticos pueden tener sobre algunas respuestas metabólicas y reproductivas según Scaramuzzi *et al.* (2006).

Cuadro 2. Algunas de las asociaciones conocidas entre el balance energético, metabolismo y reproducción (Scaramuzzi *et al.*, 2006).

Balance energético	Consecuencias metabólicas	Efectos en la reproducción
Negativo	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de peso • Pérdida de reservas de grasa • Pérdida de tono muscular • Hipoinsulinemia • Hipoglicemia • β-OH butiratos y ácidos grasos no-esterificados elevados • Hormona del crecimiento elevada • Calor metabólico reducido • Sistema del factor del crecimiento insulínico suprimido • Urea elevada 	<ul style="list-style-type: none"> • Inhibición de la secreción de GnRH por el hipotálamo • Ausencia de pulsos de LH • Concentraciones bajas de FSH • Inhibición de la folículo genesis • Estradiol bajo • Alta retroalimentación negativa • Anovulación • Anestro • Retraso en la pubertad
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento del peso corporal • Mantenimiento de las reservas de grasa • Insulina normal • Normoglicemia • β-OH butiratos y ácidos grasos no-esterificados bajos • Hormona del crecimiento normal • Sistema del factor de crecimiento insulínico normal • Urea normal 	<ul style="list-style-type: none"> • Secreción normal de GnRH por el hipotálamo • Pulsatilidad normal de LH • Concentraciones de FSH normales • Folículo genesis normal • Estradiol e inhibina normales • Retroalimentación negativa normal • Ovulación y estro • Tasa de ovulación por debajo del máximo natural
Positivo	<ul style="list-style-type: none"> • Ganancia de peso prolongada • Reservas de grasa incrementadas • Hiperinsulinemia • Hiperglicemia • β-OH butiratos y ácidos grasos no-esterificados bajos • Hormona del crecimiento baja • Calor metabólico aumentado • Sistema del factor de crecimiento insulínico estimulado • Urea normal pero puede aumentar si el nitrógeno dietario es alto 	<ul style="list-style-type: none"> • Secreción normal de GnRH por el hipotálamo • Pulsatilidad de LH normal • Concentraciones de FSH aumentadas • Folículo genesis aumentada • Estradiol reducido • Retroalimentación negativa reducida • Ovulación y estro • Tasa natural de ovulación a su máximo • Pubertad temprana

4.6.1. Balance energético negativo

El balance energético negativo se define como aquel estado en el que el organismo del animal necesita más nutrientes de los que está consumiendo (Sacaramuzzi *et al.*, 2006). Algunos estudios llevados a cabo en la zona noroeste y noreste de México demuestran que el balance energético negativo causa efectos negativos en la reproducción, que van desde la presencia de anestro (durante temporada) y anovulación (Rosales *et al.*, 2006), hasta presencia de aborto relacionado con la pérdida de CC (Mellado *et al.*, 2004). Al balance energético negativo, también se le asocia con enfermedades como hígado graso y cetosis (Herd, 2000).

4.6.2. Balance energético de mantenimiento

El balance energético de mantenimiento es aquel estado en el que el animal está consumiendo los nutrientes que el organismo le demanda para desarrollar las funciones básicas de la vida (Scaramuzzi *et al.*, 2006).

Lachica y Aguilera (2005) indican que la energía es un factor limitante en la producción, y que repercute en la adaptación, desempeño y comportamiento de los animales. Luo *et al.* (2004a), y Luo *et al.* (2004b) determinaron los requerimientos nutrimentales básicos para el mantenimiento de las cabras, informaciones que complementan a las publicadas por el *National Research Council* (2007), en donde se indican dichos requerimientos de las cabras dependiendo de su edad y etapa productiva.

4.6.3. Balance energético positivo

El balance energético positivo es aquel estado en el que el animal está consumiendo más nutrientes de los que el organismo necesita para sus funciones básicas de la vida (Scaramuzzi *et al.*, 2006). Los esfuerzos por lograr una dieta balanceada que potencialice el rendimiento animal, han llevado a realizar estudios (Kusina *et al.*, 2001; De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Haruna *et al.*, 2009; Fitz-Rodriguez *et al.*, 2009; Maidin *et al.*, 2014; Rahman *et al.*, 2015) en los que se contrastan los efectos de la suplementación en dietas con altos niveles de energía (balance energético positivo), contra los efectos de la no suplementación en cabras.

Estudios sugieren que, a niveles altos de suplementación energética, las cabras presentan una mejor ganancia de peso vivo (Mahgoub *et al.*, 2005) y un mejor desempeño reproductivo, ya que mejoran el aprovechamiento energético (energía metabolizable) y lo traducen en una buena CC y en cabritos con un mayor peso al nacimiento (Hossain *et al.*, 2003).

Otros estudios demuestran que un balance energético positivo ayuda a mejorar la presencia de estros, así como también la tasa de ovulación (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Liñán-González, 2015) coincidiendo así con la información proporcionada por Scaramuzzi *et al.* (2006).

La medición de glucosa sanguínea y de otros metabolitos secundarios producto del metabolismo de los nutrientes que ingresan al organismo del animal, por ejemplo, el nitrógeno ureico, son importantes fuentes de información, que indican el estado metabólico del animal.

4.7. Nitrógeno Ureico en rumiantes

Autores como Razz y Clavero (2004) afirman que la medición de la concentración de diversos metabolitos en sangre es importante para realizar mejoras en los esquemas de alimentación, ya que metabolitos, como el nitrógeno ureico son indicadores puntuales de la relación de la proteína dietaria con la concentración de nitrógeno amoniacal en rumen (Pardo *et al.*, 2008). De acuerdo a Acosta *et al.*, (2015) el metabolito final obtenido del metabolismo proteico es el nitrógeno ureico encontrado en la urea (Acosta *et al.*, 2005).

En los hatos especializados de producción de leche, la medición de la concentración de nitrógeno ureico en leche, la cual está relacionada directamente con la concentración de nitrógeno ureico en sangre, es una herramienta ampliamente usada, ya que la concentración de urea se ve afectada por la nutrición del animal, como el porcentaje de consumo de proteína, los carbohidratos solubles y la relación de proteína: energía (Pardo *et al.*, 2008).

4.8. Alternativa para un suplemento alimenticio

Algunas alternativas propuestas para alcanzar el balance energético positivo por medio de los objetivos “limpios, verdes y éticos”, son el uso de ingredientes naturales tales como los subproductos agroindustriales, a los cuales hasta hace poco se les consideraba como productos de desecho. Por ello, desde hace tiempo

se han estudiado sus efectos sobre el rendimiento productivo y reproductivo de los animales (Smith *et al.*, 1988; Lallo, 1996; Onwuka, 1997; Madrid *et al.*, 1997).

La elección del tipo de subproducto a usar en el esquema de alimentación del ganado, dependerá en gran parte del tipo de agroindustria cercana al sistema de producción, así como también de las preferencias del productor. Actualmente, debido a su valor nutrimental, se están considerando para su uso en ganado caprino y bovino, los subproductos resultantes de la industria citrícola local, como la cáscara de naranja (*Citrus sinensis*). También los DDGS (Granos secos de destilería con solubles, por sus siglas en inglés), que son un subproducto resultante de la industria productora de bioetanol a partir del almidón de los granos) (Vásquez-Aguilar, 2014). En México se han llevado a cabo estudios en los que se ha descubierto recientemente un incremento potencializado en el rendimiento productivo y reproductivo de los rumiantes suplementados con dichos subproductos agroindustriales (Garza-Brenner, 2014; Liñán-González, 2015).

Sin embargo, se necesitan hacer más estudios sobre los efectos de la suplementación alimenticia con cáscara de naranja y DDGS, para aportar mayor conocimiento sobre los efectos que estos subproductos ofrecen en diferentes etapas productivas, así como también diferentes estados metabólicos de los animales y lograr así comprender cuál es la mejor manera de implementar un esquema de alimentación dependiendo del tipo de explotación, ambiente, instalaciones, y animales.

4.9. Situación actual de la producción en la industria cítrica

La industria cítrica actual se caracteriza por abarcar diversos tipos de frutas cítricas, tales como la naranja, mandarina, limón y lima (todo en sus diferentes variedades). Para el año 2013/14 la producción mundial de cítricos se estimó en 121273.2 miles de toneladas según cifras de la Organización de Alimentos y Agricultura de las Naciones Unidas (por sus siglas en inglés FAO, 2015); en la Figura 4 se muestran los 7 países con mayor producción de cítricos a nivel mundial, en dónde México se posiciona en el lugar número 4 con 7400 miles de toneladas (FAO, 2015).

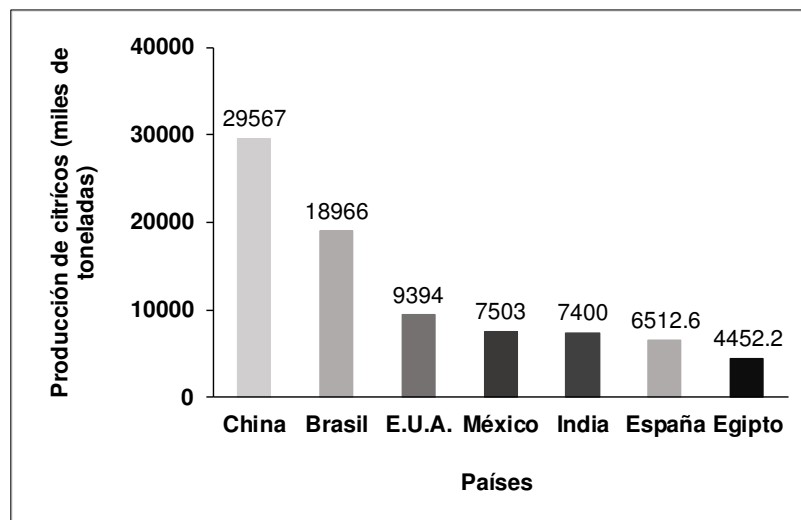


Figura 4. Países con mayor producción de cítricos a nivel mundial (FAO, 2015).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés USDA, 2016) menciona que a pesar de que en el último año la producción mundial de naranja dulce (*Citrus sinensis*) disminuyó 3.0 millones de toneladas métricas,

sigue siendo el cítrico con mayor producción a nivel mundial, tal como se muestra en la Figura 5 (FAO, 2015).

4.9.1. Producción de naranja dulce en México

Según cifras recientes (USDA, 2016) México se encuentra en el lugar número 5 a nivel mundial en producción de naranja dulce con 3535 millones de toneladas métricas. En México la producción de naranja dulce se encuentra ampliamente distribuida en alrededor de 300 mil hectáreas, y se obtienen cerca de 4 millones de toneladas de naranja dulce, teniendo un valor de aproximadamente 6 mil millones de pesos mexicanos (SHCP, 2014).

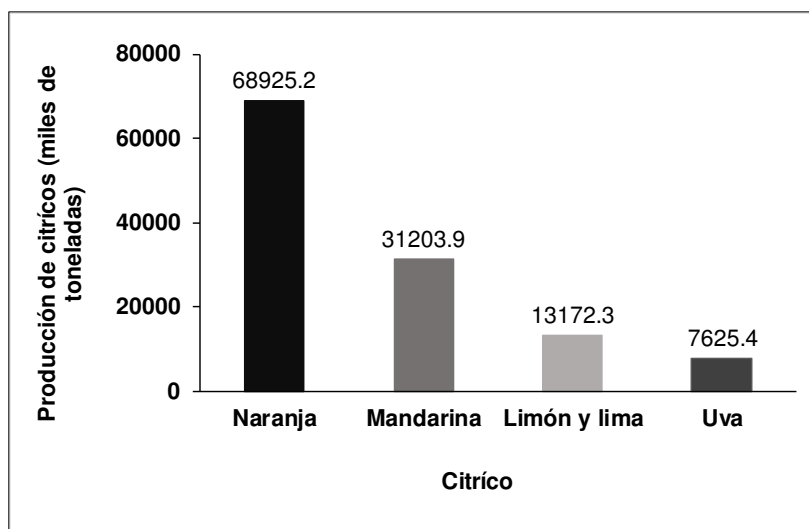


Figura 5. Producción de los diferentes cítricos a nivel mundial (FAO, 2015).

Según datos de la SIAP y SAGARPA (citados por SHCP, 2014) la naranja se produce en 27 Estados de la República Mexicana, siendo Veracruz, Tamaulipas y San Luis Potosí las entidades que aportan el 72% de la producción total del país y Nuevo León con el 4.8% de producción de naranja ocupa el puesto 5 a nivel nacional; en la Figura 6 se muestran Estados con mayor producción de naranja de la República Mexicana.

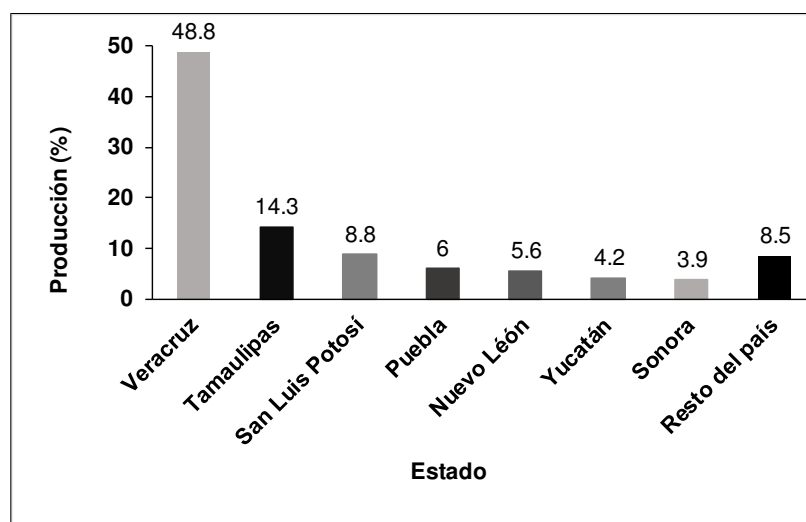


Figura 6. Estados con mayor producción de naranja en México (SHCP, 2014).

4.9.2. Desechos de la naranja dulce

Este fruto no solamente se consume de manera directa, sino que también se obtienen productos como por ejemplo el jugo de naranja (Chávez y Aguilar, 2012). La obtención del jugo de naranja genera desechos sólidos de cítricos (cáscara) y en México y el mundo son un gran problema ambiental, ya que normalmente estos

desechos son enviados a tiraderos a suelo abierto, situación que genera un problema serio de contaminación (Chávez y Aguilar, 2012). Por ejemplo, en Nigeria, es común encontrar la cáscara de naranja dulce tirada en las calles y caminos, ya que el gobierno y los procesadores de naranja no cuentan con un programa estratégico de disposición de los residuos para no generar problemas de contaminación (Oluremi *et al.*, 2007).

Los desechos de la industria citrícola se estiman en aproximadamente 15,000,000 toneladas a nivel mundial (Marín *et al.*, 2007), cifra que puede variar dependiendo de la producción citrícola.

4.9.3. Valor nutrimental de la cáscara de naranja dulce

La cáscara de naranja es considerada por algunos investigadores como un alimento que sirve para aportar grandes cantidades de fibra (Marín *et al.*, 2007; López *et al.*, 2014; Rafiq *et al.*, 2016). Otros autores consideran a la cáscara de naranja como un alimento que aporta grandes cantidades de energía (Arthington *et al.*, 2002; López *et al.*, 2014). La composición nutrimental de la fruta puede cambiar dependiendo de factores como las condiciones de crecimiento, variedad y clima (Bampidis y Robinson, 2006).

En México, Vásquez-Aguilar (2014) determinó el valor nutrimental de la cáscara de naranja en las cuatro estaciones del año, bajo las condiciones específicas presentes en Nuevo León. Los valores se muestran en el Cuadro 3. Existen publicaciones en

dónde se mencionan también otros componentes, como por ejemplo de $0.90 \pm 0.02\%$ de los taninos condensados en la cáscara de *Citrus sinensis* (Ezeabara *et al.*, 2014). Los taninos o proantocianidinas (Waghorn, 2008), son metabolitos secundarios de las plantas (Barroso *et al.*, 1994). En años recientes se han visto propiedades benéficas en el consumo de los taninos condensados, tales como efectos antihelmínticos (Waghorn, 2008), agentes reductores de gas metano y consecuentemente reduciendo el efecto invernadero (Beauchemin *et al.*, 2008), entre otros efectos benéficos.

Cuadro 3. Valor nutricional de la cáscara de naranja en las cuatro diferentes estaciones del año (%MS) (Vásquez-Aguilar, 2014)

Concepto	Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Proteína	7.3	7.5	4.0	5.3
Grasa	2.5	2.3	2.8	2.7
Cenizas	4.9	4.3	6.4	6.4
Calcio	1.8	1.0	1.5	1.8
Fósforo	0.08	0.02	0.11	0.10

En comparación con el grano de maíz, la cáscara y pulpa de la naranja contiene altas cantidades de fibra, pectina (25% MS) y moderadas de azúcares (26.5% MS) (Hall, 2000). En el rumen, la pectina es altamente degradable (98.7%) (Ben-Ghedalia *et al.*, 1989).

4.9.4. Uso de los subproductos agroindustriales de naranja dulce como suplemento alimenticio en rumiantes

Los subproductos agroindustriales de la naranja dulce son muy variados, e incluyen cáscara, pulpa, semillas y membranas. Estos subproductos pueden ser procesados, ya sea para obtener el subproducto concentrado en forma de pellets o simplemente pasar por un proceso de secado para obtener un producto parecido a hojuelas de maíz roado (Bampidis y Robinson, 2006). Los subproductos agroindustriales de la naranja se pueden proporcionar a los rumiantes de manera fresca o seca, pero lo que más predomina es proporcionar la cáscara de naranja de manera seca (Bampidis y Robinson, 2006).

Debido a que el rumen tiene la capacidad de fermentar fácilmente grandes cantidades de fibra, la cáscara de naranja es un suplemento energético de alto valor para animales rumiantes (Grasser *et al.*, 1995).

Algunos estudios han mostrado mejores resultados en los parámetros productivos de los rumiantes alimentados con subproductos de la naranja. Volanis *et al.* (2006), trabajaron con borregas primíparas en período de lactancia, a las cuales dividieron en dos grupos, para proporcionarles diariamente a cada grupo la dieta control con 0% de pulpa de naranja o la dieta experimental con 51.29% (2,103 g) de pulpa de naranja. Se evaluó el peso al inicio y al final del experimento. Los resultados (Figura 7) muestran que las cabras suplementados con pulpa de naranja tuvieron un peso mayor ($P < 0.05$) a los no suplementados.

Otros estudios midieron también las propiedades de los productos provenientes de las cabras alimentadas con subproductos de la naranja, como por ejemplo las propiedades del queso. Salvador *et al.* (2014), determinaron que los quesos de las cabras alimentadas con pulpa de naranja tuvieron una mejor aceptación por parte de los consumidores.

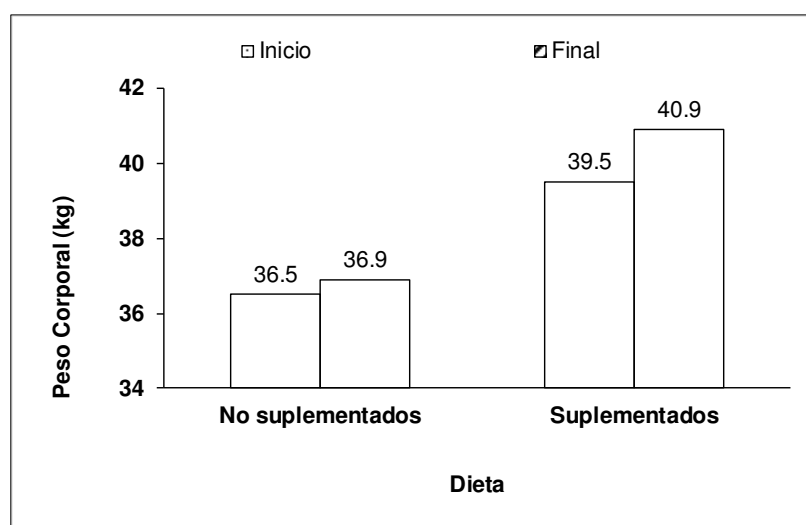


Figura 7. Comparación entre el PC de las cabras suplementados con pulpa de naranja vs. no suplementados (Volanis *et al.*, 2006).

4.10. Situación actual de la industria productora de etanol

La industria del etanol se ha visto enormemente impulsada en los últimos años, ya que se busca aumentar la producción de etanol que sirva como fuente de energía renovable (Belyea *et al.*, 2004). El etanol es el resultado de la fermentación de los almidones extraídos de diferentes fuentes, como, por ejemplo, la caña de azúcar, maíz, sorgo, entre otros (Becerra-Pérez, 2006).

4.10.1. Desechos de la industria productora de etanol

Al utilizar el maíz como una fuente para la obtención del etanol, se obtienen como subproducto los Granos Secos de Destilería con Solubles (Spiehs *et al.*, 2002; Cortes-Cuevas *et al.*, 2012). A la par con el incremento en la demanda de etanol, se ha incrementado la obtención de estos subproductos (Batal y Dale, 2003).

4.10.2. Valor nutrimental de los DDGS

El valor nutrimental de los DDGS ha sido estudiado por diversos autores (Batal y Dale, 2003; Belyea *et al.*, 2004) para su uso en la alimentación de los animales de producción. Los DDGS son una fuente de diversos nutrientes, tales como, proteína, aminoácidos, energía, fósforo, entre otros (Lumpkins *et al.*, 2005)

En México, en el 2014, Vásquez-Aguilar, 2014, realizó un estudio en Nuevo León, en dónde determinó el valor nutrimental de los DDGS de maíz en las diferentes estaciones del año, los resultados se muestran en el Cuadro 4.

De acuerdo a Belyea *et al.*, (2004) y Cortes-Cuevas *et al.*, (2012), el valor nutrimental de los DDGS puede variar dependiendo del proceso recibido, así como también de la época del año, entre otros factores.

Cuadro 4. Valor nutricional de los DDGS en las cuatro diferentes estaciones del año (%MS) (Vásquez-Aguilar, 2014)

Concepto	Invierno-Primavera	Verano-Otoño
Proteína	30.3	32.9
Grasa	6.4	4.9
Cenizas	7.1	5.6
Calcio	0.31	0.52
Fósforo	0.39	0.09

4.10.3. Uso de los DDGS como suplemento alimenticio en rumiantes

Los DDGS han sido usados en diferentes especies animales, como gallinas de postura y pollos de engorda (Cuevas *et al.*, 2012). En rumiantes, Anderson *et al.* (2006), trabajaron con vacas productoras de leche a las que se les proporcionaron dietas experimentales con 10% de DDGS o 20% de DDGS, y evaluaron diferentes parámetros productivos, entre ellos, CC y PC. Los resultados y el contenido de proteína cruda de las diferentes dietas experimentales se muestran en el Cuadro 5.

Estos resultados muestran que la inclusión de DDGS es benéfica en la obtención de resultados favorables en los parámetros productivos tales como CC y PC.

Cuadro 5. Resultados y contenido de proteína cruda de las diferentes dietas experimentales alimentadas a vacas productoras de leche (Anderson *et al.*, 2006).

Concepto	Control	10% DDGS	20% DDGS
Proteína Cruda (%MS)	18.78	18.62	19.71
CC (Unidades)	3.30	3.31	3.33
PC (kg)	652.2	650.8	654.3

4.11. Uso de la cáscara de naranja y DDGS en conjunto como suplemento alimenticio en rumiantes

En algunos estudios se han incluido ambos subproductos agroindustriales en las dietas de grandes rumiantes como lo hizo Garza-Brenner (2014).

Liñán-González (2015) trabajó con cabras, en pastoreo, a las que dividió en cuatro diferentes grupos, para alimentarles diferentes dietas experimentales: El T1 consistió en pastoreo solamente. El T2 fue: pastoreo + 300 g de cáscara de naranja. El T3 consistió en: pastoreo + 300 g de una mezcla con 73.3% de cáscara de naranja (220 g/día) + 1.7% de Urea (5 g/día) + 25% de DDGS (75 g/día). El T4 consistió en pastoreo + 300 g de una mezcla con 56.7% cáscara de naranja (170 g/día) + 43.3% de DDGS (130 g/día). Las cabras fueron también sometidas a protocolo de sincronización de estros e inseminación artificial, para evaluar los efectos de los subproductos no solamente a nivel de PC y CC, sino, también a nivel reproductivo (presencia de estros, gestaciones y fertilidad). Los datos de los resultados productivos y reproductivos evaluados, así como también el contenido de proteína cruda de los tratamientos se muestran en el Cuadro 6.

Los resultados indican que el T3 mostró un menor porcentaje de estros, y que éstos tuvieron un 100% de fertilidad y un mejor porcentaje de gestaciones.

Cuadro 6. Resultados y contenido de proteína cruda de los diferentes tratamientos (Liñán-González, 2015).

Concepto	T1	T2	T3	T4
Proteína Cruda (%MS)	0	4.93	17.75	15.35
PC (kg)	41.7	42.2	42.6	43
CC (Unidades)	2.45	2.52	2.5	2.63
Estros (%)	57	76.9	57.1	71.4
Gestaciones (%)	35.7	53.8	57.1	42.9
Fertilidad (%)	55.6	70.0	100.0	54.5

Esto nos indica, que la combinación de los subproductos agroindustriales cáscara de naranja y DDGS son una opción de suplemento alimenticio que puede ayudar a potencializar positivamente los resultados productivos y reproductivos.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar del estudio

El presente estudio se realizó en el Campus Marín de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El municipio de Marín (señalado en negro en la Figura 8) se encuentra a una latitud norte de $25^{\circ}23'$ y una longitud oeste de $100^{\circ}02'$. Limita al norte con Higuera, al sur con Pesquería, al este con Doctor González y al oeste con General Zuazua. Se encuentra a una altura de 393 metros sobre el nivel del mar (INAFED, 2016).

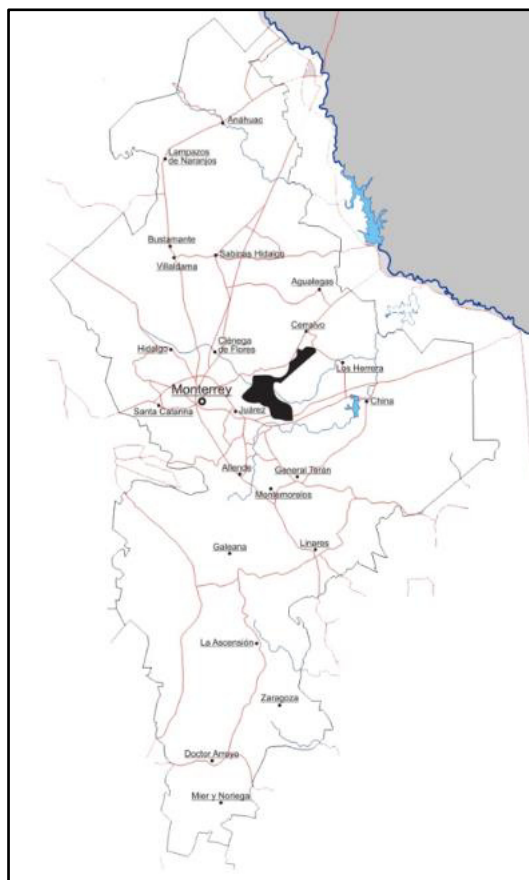


Figura 8. Mapa de ubicación de Marín, N.L. (INAFED, 2016).

Tiene una extensión de 264.23 kilómetros cuadrados. Su clima es extremoso, con régimen de lluvias en agosto y septiembre, con precipitaciones anuales que fluctúan entre 700 y 1200 mm. Meses calurosos se presentan en julio y agosto. Dirección de los vientos de norte a sur, temperatura media anual 22°C; temperatura máxima de 40°C y temperatura mínima de 4°C (INAFED, 2016). Durante la presente investigación, se obtuvo un registro detallado de los datos climatológicos diarios (Figura 9).

El rango de temperatura de Octubre a Noviembre osciló entre los 12 y los 39°C, obteniendo una temperatura media de 20°C; la humedad relativa media durante los días de experimentación fue de 70%; no hubo precipitación (INIFAP, 2015).

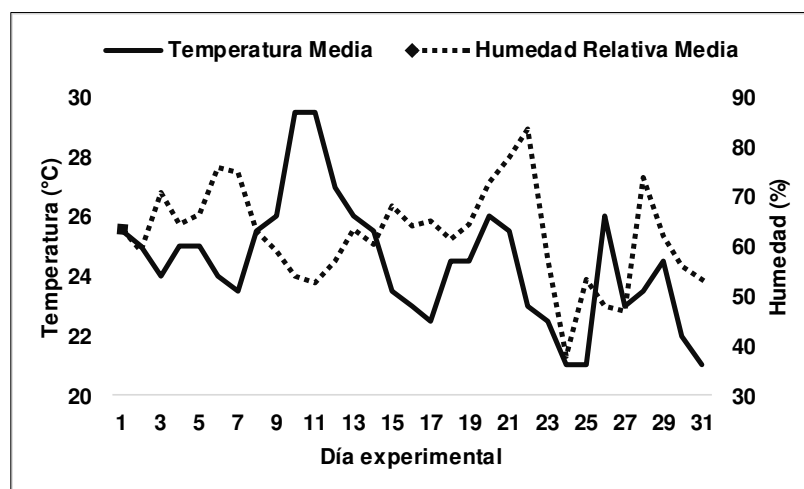


Figura 9. Registro de la variación de la temperatura media y humedad relativa media durante el experimento (INIFAP, 2015).

5.2. Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo en 36 cabras (20 Alpinas y 16 Saanen) no gestantes productoras de leche, con un rango de edad desde 1 hasta 4 años y con una media general de PC (kg) de 42.49 ± 0.28 y CC (Unidades) de 3.50 ± 0.03 . Las cabras fueron bloqueadas considerando tener en cada uno de los grupos formados una representación equilibrada de raza, peso, tratamiento y número de partos y distribuyéndose de la siguiente manera: 19 cabras fueron asignadas en corrales individuales (2 m^2) y las 17 cabras restantes fueron asignadas a corrales (21 m^2). Los datos de las cabras se encuentran en el Anexo 10.1.

La asignación de las cabras a los tratamientos se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Distribución de las unidades experimentales entre los diferentes tratamientos.

Trat	Cabras	PC (kg)	CC (Unidades)
Trat1	14	43.40 ± 1.95	3.65 ± 0.19
Trat2	10	42.53 ± 2.18	3.54 ± 0.20
Trat3	12	43.89 ± 2.06	3.58 ± 0.21

La suplementación alimenticia de las cabras comenzó el día 3 de Octubre y finalizó el 2 de Noviembre de 2015 (31 días). En las jaulas individuales, el alimento se ofreció en comederos con capacidad de 4 litros y el agua se ofreció *ad libitum*. En los corrales grupales, el alimento se ofreció en comederos con capacidad de 35 litros y el agua *ad libitum*.

5.3. Elaboración y descripción de los tratamientos

Las dietas experimentales se formularon considerando los requerimientos establecidos por el *National Research Council* (2007), para pequeños rumiantes, en base a su peso, edad, etapa productiva, reproductiva y número de crías (Anexo 10.22) y fueron elaboradas en la planta de alimentos de la Facultad de Agronomía Campus Marín. Las tres dietas experimentales (tratamientos) así como el contenido calculado de energía metabolizable (Mcal ME/kg MS) y de proteína (% MS) se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Composición de las dietas experimentales (%) y contenido calculado de proteína y energía.

Concepto	Tratamientos		
	Trat1	Trat2	Trat3
Heno de zacate	88.52	75.08	61.64
DDGS	9.84	10.16	10.49
Cáscara de naranja	0.00	13.11	26.23
Sal mineralizada	1.64	1.64	1.64
Total de dieta	100.00	100.00	100.00
Contenido Calculado			
Energía (Mcal ME/kg MS)	1.857	2.001	2.147
Proteína (% MS)	7.89	7.92	7.94

Los ingredientes fueron analizados en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de Alimentos, de la Facultad de Agronomía, para determinar su valor nutricional.

En el Cuadro 9 se muestra un resumen del valor nutricional de la cáscara de naranja y del DDGS previamente establecido por Vázquez-Aguilar (2014), en dónde se determinó la composición química de estos dos subproductos agroindustriales en las diferentes estaciones del año. En el presente estudio los dos subproductos agroindustriales fueron obtenidos y usados durante la estación de otoño.

Cuadro 9. Valor nutricional de la cáscara de naranja y DDGS (% MS) (Vázquez-Aguilar, 2014).

Concepto	Cáscara de Naranja	DDGS
Proteína	6.0	31.6
Grasa	2.5	5.6
Cenizas	5.5	6.3
Calcio	1.5	0.4
Fósforo	0.05	0.2

5.4. Ofrecimiento y registro del consumo de alimento

El alimento se ofreció diariamente comenzando con cantidades de 1.5 kgs de alimento, proporcionadas la primera porción en la mañana, la segunda porción a medio día y la tercera porción en la tarde. Al día siguiente se pesaron los sobrantes de alimento para calcular el CA. Gradualmente se ajustó el ofrecimiento, aumentando o disminuyendo (200 g) hasta alcanzar el consumo real de cada cabra.

El CA, que fue recolectado diariamente (Anexo 10.2), se analizó estadísticamente considerando el tratamiento y el día experimental como factores.

Junto con el ofrecimiento de las dietas experimentales, se realizó manejo a todas las cabras (ver Figura 10).

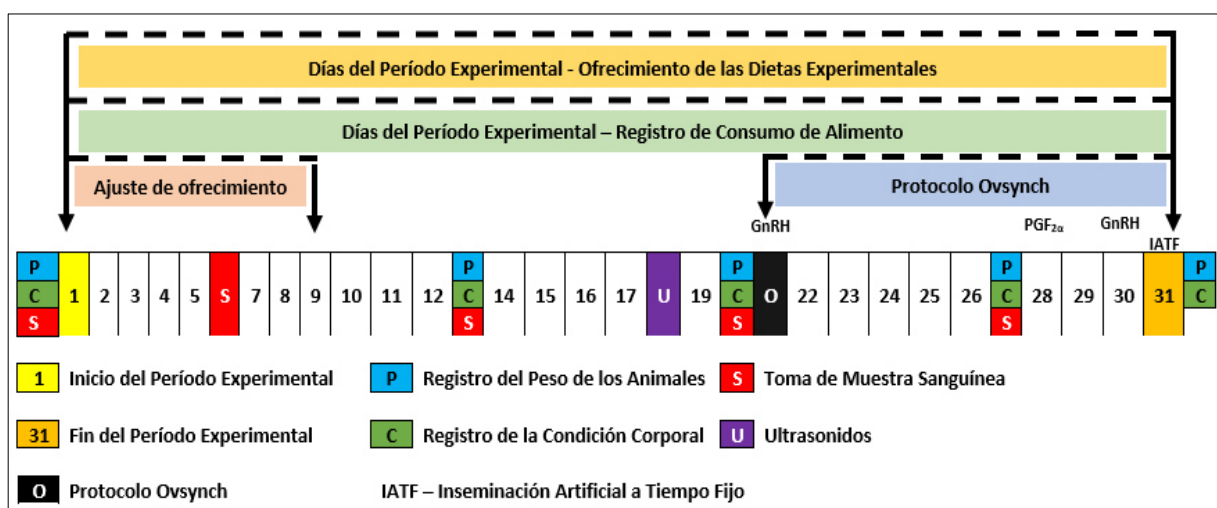


Figura 10. Representación esquemática del experimento. Las flechas indican el inicio y fin de cada procedimiento señalado en diferente color entre las flechas. También se indican los registros del PC y la CC, la toma de muestras sanguíneas (cada una representada por cuadros de diferente color). Se indica en morado con la letra “U” el día en que se realizó la evaluación de la AO por medio ultrasonografía transrectal. También se indica el protocolo de sincronización de estros “Ovsynch” y la IATF.

5.5. Análisis del valor nutricional del forraje de pasto Buffel y de los subproductos

Para conocer la composición química de las dietas experimentales (tratamientos) suministradas a las cabras durante el experimento, se tomaron muestras de los ingredientes utilizados y de las dietas elaboradas. El contenido de nitrógeno fue

determinado por el método Kjeldahl (Ettheridge *et al.*, 1998), utilizando un factor de conversión de 6.25, aplicado al contenido de nitrógeno obtenido, los resultados se expresan en términos de proteína cruda.

El extracto etéreo (contenido de grasa cruda) se realizó por medio del método 920.39 (AOAC, 2005). El método 942.05 (AOAC, 2005) se utilizó para determinar el contenido de cenizas resultante de la incineración de la muestra de alimento en una mufla (Thermo Scientific®, Waltham, MA) a 550°C durante 4 hrs.

La Fibra Detergente Neutro (FDN) y la Fibra Detergente Ácido (FDA) se cuantificaron por los procedimientos de Van Soest *et al.* (1991) empleando el analizador de fibra ANKOM ²⁰⁰⁰ (ANKOM Thechnology, Macedon, NY). El contenido de lignina en la dieta se determinó mediante el método de FDA descrito por Ramírez (2007), en el que el residuo de la FDA consiste principalmente de lignocelulosa de cuyo compuesto se disuelve y separa la celulosa por medio de la solución de H₂SO₄ al 72%, quedando la lignina y la ceniza no soluble en ácido. La hemicelulosa y celulosa se determinaron por diferencia como lo describe Dryden (2008).

5.6. Registro del peso y condición corporal de las cabras

El pesaje se realizó individualmente con una báscula digital para ganado marca GallagherTM modelo W210 (G01205), con barras de carga modelo G06000 (SPezial®, Montevideo, Uruguay) con capacidad de 2000 kg y con una división mínima de 200 g. La determinación de la CC de cada animal se realizó en base a

la escala del 1 al 5 usada en ganado caprino productor de leche, propuesta por Villaquiran *et al.* (2004). En la Figura 11 se muestra un ejemplo de la puntuación 1, 3 y 5 de la escala.

Los pesos fueron analizados estadísticamente considerando los factores de tratamiento, bloques por PC o CC y día experimental (ver anexos 10.3-10.5).

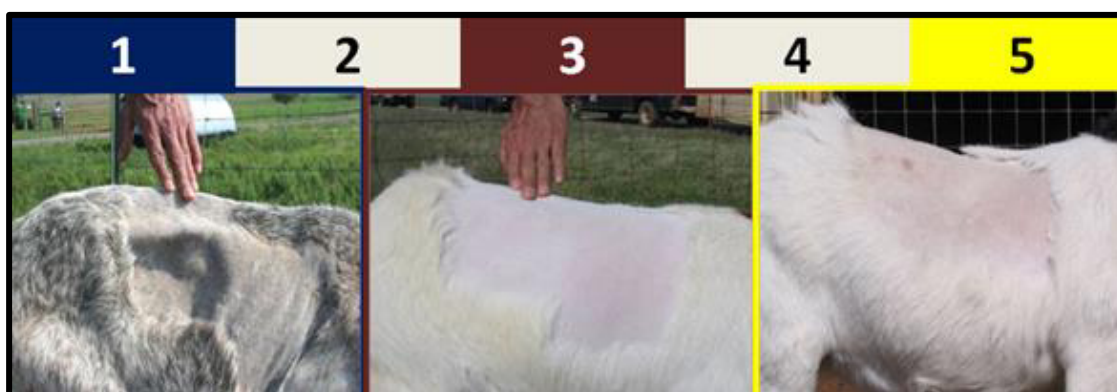


Figura 11. Ejemplo de la puntuación 1, 3 y 5 de la escala del 1 al 5 usado en ganado caprino productor de leche (Villaquiran *et al.*, 2004).

5.7. Toma de muestra sanguínea

Se tomaron muestras sanguíneas de las cabras para determinar la concentración de progesterona, así como de nitrógeno ureico y glucosa. La extracción se realizó por punción de la vena yugular usando agujas de 21 G x 38 mm, y tubos BD Vacutainer® (BD® Estado de México, México) de 13 x 75 mm de 7 ml. Una vez tomadas las muestras sanguíneas, se mantuvieron a 4°C en hielera para procesarlas posteriormente en el Laboratorio de Nutrición y Calidad de los Alimentos de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

5.7.1. Procesamiento de las muestras sanguíneas

Una vez en el laboratorio, las muestras fueron centrifugadas en una centrífuga modelo 5810 R (Eppendorf, Hamburgo, Alemania) a 4°C, a 4500 rpm durante 20 minutos, obteniendo 1 ml de suero sanguíneo con micropipetas con capacidad para 1500 µl y después colocando el suero en tubos Eppendorf de 1 ml. Los tubos Eppendorf fueron debidamente identificados con el número de arete o jaula correspondiente a cada animal y después se congelaron a -20°C para su posterior análisis.

5.8. Determinación de concentración sérica de progesterona, nitrógeno ureico y glucosa

5.8.1. Progesterona

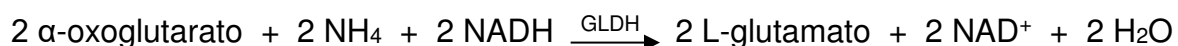
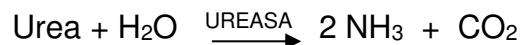
Se buscó que la cuantificación de los niveles de progesterona en el suero de las cabras se determinara durante los días cruciales de el protocolo de sincronización de celos Ovsynch, y esto se realizó usando un kit enzimático (Progesterona, Mexlab®, México), utilizando 20 muestras completamente al azar representativas de los tratamientos y del tipo de alojamiento, de los días 0, 13, 20 y 27 del experimento, Se utilizaron 8 pozos de la placa de ELISA del kit para realizar una curva de calibración.

El kit ELISA para Progesterona es un ensayo inmuno-enzimático para la determinación cuantitativa de niveles de progesterona en suero (La representación esquemática del procedimiento se muestra en el Anexo 10.19). Las muestras y la enzima conjugada de progesterona son agregadas a los pozos recubiertos con anticuerpos anti-Progesterona monoclonales. La progesterona presente en la muestra competirá con la progesterona del kit marcada enzimáticamente por la unión con el anticuerpo anti-progesterona inmovilizado en la superficie del micropozo. La muestra y el conjugado no unidos se eliminan por lavado, se agregan los reactivos de desarrollo de color. Al reaccionar con la enzima unida se lleva a cabo un cambio de color, el cual será inversamente proporcional a la concentración de la progesterona en la muestra del animal. Una curva estándar es obtenida graficando la concentración de los estándares contra la absorbancia de la muestra.

5.8.2. Nitrógeno ureico

La cuantificación de los niveles de nitrógeno ureico en el suero de las cabras, se realizó usando el protocolo indicado en un kit comercial (Randox®, México). La representación esquemática del procedimiento se muestra en la Anexo 10.20. Es un método enzimático cinético que sirve para el análisis cuantitativo *in vitro* de la Urea en suero, plasma y orina. La urea se hidroliza en presencia de agua y ureasa para producir amoníaco y dióxido de carbono. El amoníaco producido en la primera reacción se combina con oxoglutarato y NADH en presencia de glutamato

deshidrogenasa para producir glutamato y NAD^+ . El principio de la reacción se representa en la siguiente ecuación:



La disminución de la concentración de NAD^+ en el medio es proporcional a la concentración de la urea de la muestra ensayada.

La longitud de onda usada en el espectrofotómetro es de 340 nm (Hg 334 nm), en una cuveta de 1 cm de espesor, a una temperatura de reacción de 25°C. y la medición se realiza frente a reactivo blanco (reactivo de trabajo incluido en el kit). Los cálculos para la determinación de la concentración de urea en las muestras se realizan con las siguientes ecuaciones:

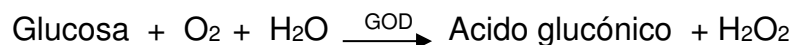
$$\text{Concentración de Urea (mmol/L)} = \frac{A_{\text{Muestra}}}{A_{\text{Patrón}}} \times 8.33$$

$$\text{Concentración de Urea (mg/dL)} = \frac{A_{\text{Muestra}}}{A_{\text{Patrón}}} \times 50$$

La concentración de nitrógeno ureico se calculará en base al porcentaje de nitrógeno en urea, el cual es del 46%, y los datos fueron analizados tomando en cuenta los factores de tratamiento y día experimental. Los valores normales de nitrógeno ureico en sangre son de 13-26 mg/dL o de 4.5-9.2 mmol/L (Manual Merk de Veterinaria, 2007).

5.8.3. Glucosa

La concentración de glucosa presentes en el suero de las cabras se determinó usando el protocolo indicado en un kit comercial (Randox®, México). La representación esquemática del procedimiento se muestra en el Anexo 10.21. Este procedimiento sirve para el análisis cuantitativo de glucosa en sangre, suero, plasma y orina. La glucosa se determina después de una oxidación enzimática en presencia de glucosa-oxidasa. El peróxido de hidrógeno formado reacciona catalizado por la peroxidasa, con fenol y 4-aminofenazona para formar un indicador de quinoneimina rojo-violeta. El principio de la reacción se representa con la siguiente ecuación:



La intensidad del color formado es proporcional a la concentración de glucosa presente en la muestra ensayada.

La longitud de onda usada en el espectrofotómetro es de 500 nm (Hg 546 nm), en una cuveta de 1 cm de espesor, a una temperatura de reacción de 25°C y la medición se realiza frente a reactivo blanco (reactivo de trabajo incluido en el kit). Los cálculos para determinar la concentración de glucosa en las muestras se realizan con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Concentración de Glucosa (mmol/L)} = \frac{A_{\text{Muestra}}}{A_{\text{Patrón}}} \times 5.55$$

$$\text{Concentración de Glucosa (mg/dL)} = \frac{A_{\text{Muestra}}}{A_{\text{Patrón}}} \times 100$$

Los datos fueron analizados tomando en cuenta los factores de tratamiento y día experimental.

Los valores normales de glucosa en sangre son de 48-76 mg/dL o de 2.7-4.2 mmol/L (Manual Merk de Veterinaria, 2007).

5.9. Evaluación de actividad ovárica

La AO del ovario izquierdo y del ovario derecho de las 36 cabras se determinó el día 18 del experimento mediante un análisis ultrasonográfico transrectal (Meza-Herrera *et al.*, 2001). La evaluación de AO consideró el número de Folículos (FO) y de Cuerpos Lúteos (CL). Se utilizó un equipo de ultrasonido de Dynamic Imaging modelo Concept/LC (MedWow®, Estados Unidos) con transductor intracavitario de rastreo lineal de 7.5 MHz para uso veterinario, y un monitor de alta resolución. Se aplicó agua con aceite vegetal para facilitar la introducción del transductor por el recto de las cabras.

5.10. Protocolo de sincronización de estros

El protocolo de sincronización usado fue el Ovsynch (GnRH/PGF_{2α}/GnRH) + IATF (Figura 11). Comenzando con una aplicación de 50 µg de Acetato de Gonadorelina (Sanfer®, México) en la tabla del cuello al día 21 del experimento (día 0 del protocolo

Ovsynch). Posteriormente al día 28 del experimento (día 7 del protocolo Ovsynch), se aplicaron 5 mg de Dinoprost Trometamina (Lutalyse®, Zoetis, México) en la tabla del cuello. La aplicación de la última dosis de GnRH de Sanfer® se realizó cuarenta y ocho (48) horas después de la aplicación de la prostaglandina F_{2α} (día 30 del experimento; día 9 del protocolo Ovsynch), igualmente en la tabla del cuello, aplicando 50 µg del producto (Holtz *et al.*, 2008).

5.11. Protocolo de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF)

La Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) se realizó 16 horas después de la última aplicación de GnRH de Sanfer®. Se inseminó transcervicalmente a cada cabra con una dosis de semen conteniendo 100 millones de espermatozoides en pajillas de 0.25 ml.

5.12. Diagnóstico de preñez

Se evaluó mediante ultrasonografía transrectal (Meza-Herrera *et al.*, 2001) la presencia o ausencia de gestación a los 30 días después de la IATF. Se utilizó un equipo de ultrasonido de Dynamic Imaging (MedWow®, Estados Unidos) modelo Concept/LC con transductor intracavitario de rastreo lineal de 7.5 MHz para uso veterinario y un monitor de alta resolución.

5.13. Análisis estadístico

Para probar el efecto de los tratamientos, los datos de las variables continuas (cambios de peso, concentración de N ureico en sangre, concentración de glucosa sanguínea) fueron analizados por medio de un análisis de varianza utilizando el programa SPSS (2008), y las diferencias significativas entre medias, fueron comprobadas mediante la prueba de Tukey, al nivel de $P \leq 0.05$. Las variables discontinuas (ej. Tasas de gestación) fueron analizadas por método no paramétrico de X^2 .

6. RESULTADOS

6.1. Valor nutrimental de los tratamientos, el forraje de pasto Buffel y los subproductos agroindustriales

En el Cuadro 10 se muestran los resultados obtenidos al realizar el análisis del valor nutrimental del forraje de pasto Buffel, y de los subproductos agroindustriales (cáscara de naranja y DDGS) usados durante el experimento.

Cuadro 10. Composición nutrimental del forraje Buffel y de los subproductos agroindustriales (cáscara de naranja y DDGS)

Concepto	Buffel	Cáscara de naranja	DDGS
Materia Seca (g/kg muestra)	904	903	878
Composición de MS (g/kg)			
Proteína	80	59	294
Cenizas	104	64	53
Grasa	7	15	57
FDN¹	855	353	638
Hemicelulosa	347	130	437
Celulosa	422	205	124
Lignina	87	19	78

En el Cuadro 11 se muestran los resultados obtenidos del valor nutrimental de las diferentes dietas (tratamientos) experimentales usados durante el experimento.

Cuadro 11. Composición nutrimental de los tratamientos usados durante el experimento.

Concepto	Trat1	Trat2	Trat3
MateriaSeca (g/kg muestra)	912	920	913
Composición de MS (g/kg)			
Proteína	99	97	95
Cenizas	106	112	107
Grasa	12	12	15
FDN¹	778	764	705
Hemicelulosa	323	327	366
Celulosa	372	366	339
Lignina	84	71	67

¹FDN: Fibra Detergente Neutro

6.2. Consumo de alimento

En la Figura 12 se muestra que el CA (CA; Anexo 10.2) (1394.03 ± 16.62 g) durante todo el experimento, obteniendo que, para el Trat2 el consumo fue mayor en un 24.5% y 8.7 % en comparación al Trat1 y Trat3 respectivamente ($P < 0.05$). El CA del Trat3 fue 14.4% mayor ($P < 0.05$) al del Trat1 ($P < 0.05$).

El consumo promedio de cáscara de naranja dulce durante todo el experimento fue 0, 201.4 y 370.6 gr para Trat1, Trat2 y Trat3, respectivamente.

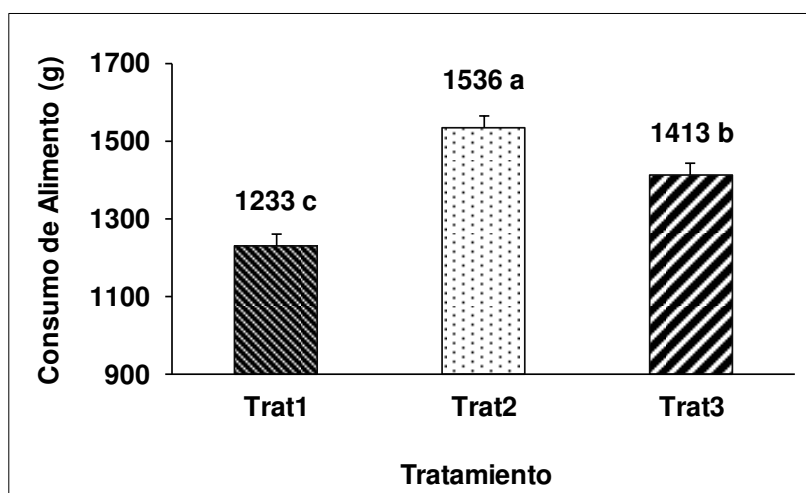


Figura 12. CA (1394.03 ± 16.62 g) durante el experimento.

6.3. Peso corporal

Al día 0 y hasta el día 27 experimental, el PC (ver cuadro 12), fue similar entre los tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, al final, se presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los diferentes tratamientos con respecto al día 0 (Anexos 10.3-10.5).

Cuadro 12. PC (kg) de las cabras durante el experimento,

Concepto	Día de experimento				
	0	13	20	27	32
Trat1	43.41	41.17	39.49	39.99	40.89 ^a
Trat2	42.54	42.75	41.46	42.53	43.24 ^{ab}
Trat3	43.81	44.81	42.59	43.53	45.03 ^b
EEM	0.90	1.20	1.16	1.24	1.24
P	0.65	0.07	0.12	0.07	0.04

EEM = Error estándar de las medias; P= Probabilidad de error; Medias con letras minúsculas diferentes dentro de fecha (columna) indican diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos.

Por otra parte, en la Figura 13, se observan las ganancias y/o pérdidas de PC que se presentaron en los días 13, 20, 27 y 31 con respecto al día 0 del experimento. Se observa que hubo una mejor respuesta para las cabras del Trat3, presentando un 10.1% más de PC final ($P<0.05$) que las cabras del Trat1.

En cambio, las cabras del Trat2 aún y cuando también registraron un aumento de PC, presentaron un peso final similar ($P>0.05$) que los Trat1 y Trat3. Las cabras del Trat1, se mantuvieron bajo los efectos del déficit energético, debido a que perdieron el 6.1% de su PC inicial, mientras que las cabras del Trat3 alcanzaron un PC de un 2.8 % mayor al final del experimento ($P<0.05$).

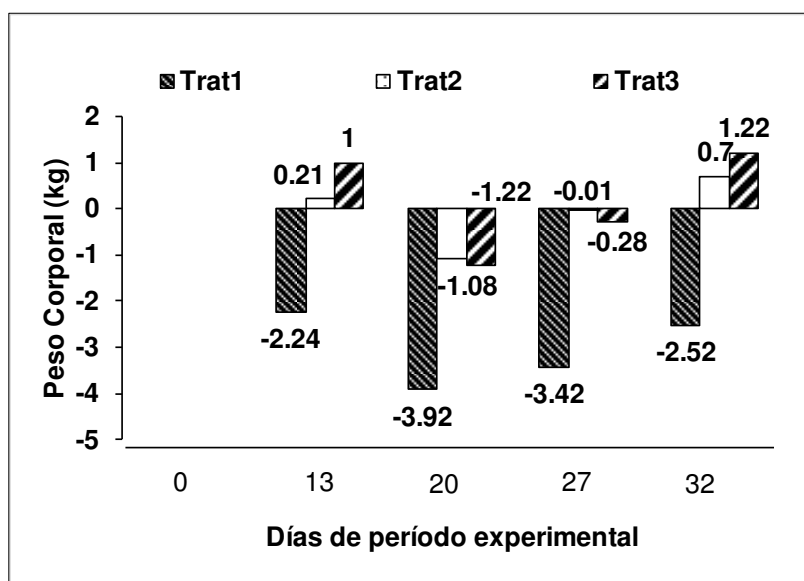


Figura 13. Variación de PC de las cabras durante el experimento con respecto al día 0, en dónde valores negativos indican el PC perdido.

En la Figura 14 se muestran los promedios de PC (42.49 ± 0.28 kg) de las cabras de los tres tratamientos durante el experimento (31 días). Las cabras con mayor PC fueron las del Trat3 ($P < 0.05$).

Donde se confirma que las cabras del Trat1 tuvieron en promedio el menor PC durante el experimento ($P < 0.05$), mientras que las cabras del Trat2 lo mantuvieron un promedio intermedio durante todo el experimento ($P > 0.05$).

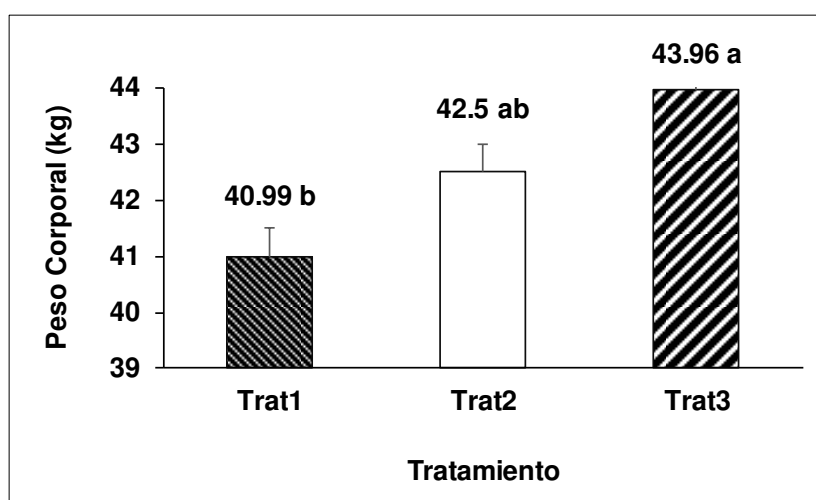


Figura 14. Promedio de PC (42.49 ± 0.28 kg) de las cabras durante el experimento.

6.4. Condición corporal

En el Cuadro 13 se muestran los resultados del registro (Anexos 10.6-10.8) de la CC durante el experimento.

Al día 0 y hasta el día 27 experimental, la CC fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, al finalizar el experimento las cabras del Trat3, tuvieron una mejor CC

en comparación con los Trat1 y Trat2 ($P<0.05$). Las cabras del Trat1 fueron los que al finalizar el experimento tuvieron la menor CC entre los tratamientos ($P<0.05$), a pesar de no presentar una diferencia significativa con respecto a las cabras del Trat2.

Cuadro 13. CC (Unidades) de las cabras durante el experimento.

Concepto	Día de experimento				
	0	13	20	27	32
Trat1	3.62	3.31	3.15	3.27	3.31 ^a
Trat2	3.55	3.55	3.46	3.50	3.59 ^a
Trat3	3.58	3.67	3.58	3.63	3.71 ^b
EEM	0.08	0.12	0.14	0.13	0.12
P	0.72	0.11	0.08	0.12	0.05

EEM = Error estándar de las medias; P= Probabilidad de error; Medias con letras minúsculas diferentes dentro de fecha (columna) indican diferencia significativa ($P<0.05$) entre tratamientos.

En la Figura 15 se muestra la variación en la CC que se registró en las cabras durante el experimento en los días 13, 20, 27 y 31 con respecto al día 0.

Hubo una diferencia significativa ($P<0.05$) en la CC de las cabras del Trat1 con respecto a los otros dos tratamientos. A pesar de que las cabras del Trat2 también registraron una pérdida de peso, hasta la última evaluación de la CC se observó un aumento de la misma.

Las cabras de los Trat2 y Trat3 no mostraron diferencia significativa ($P>0.05$). Las cabras del Trat1 perdieron el 8.7% de la CC inicial. Las cabras del Trat3 presentaron una mejor CC de un 9% mayor ($P<0.05$) con respecto a las del Trat1.

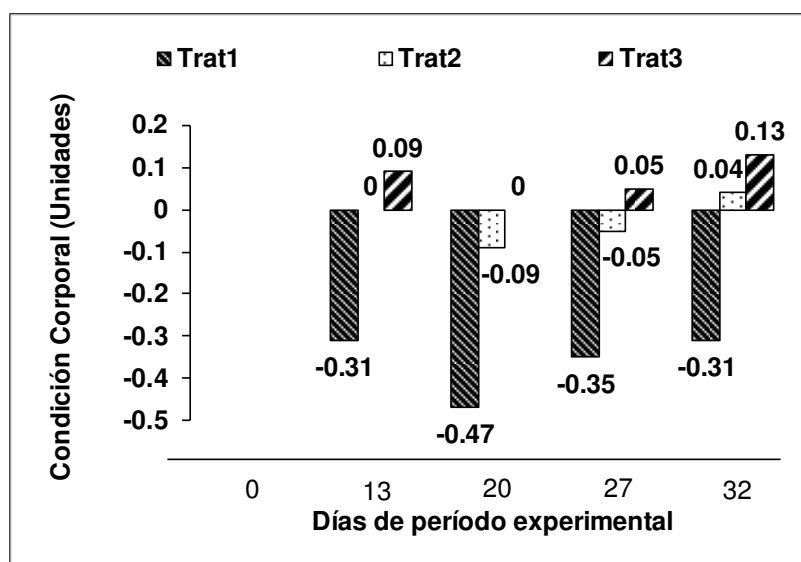


Figura 15. Variación de la CC de las cabras durante el experimento con respecto al día 0.

En la Figura 16 se muestran los promedios de la CC (3.50 ± 0.03 Unidades). Durante el experimento las cabras del Trat3, mostraron una mayor CC con respecto a las del Trat1, que fueron las que presentaron una menor CC ($P<0.05$). Las cabras del Trat2 mantuvieron una CC promedio similar ($P>0.05$) a las del Trat3 durante todo el experimento.

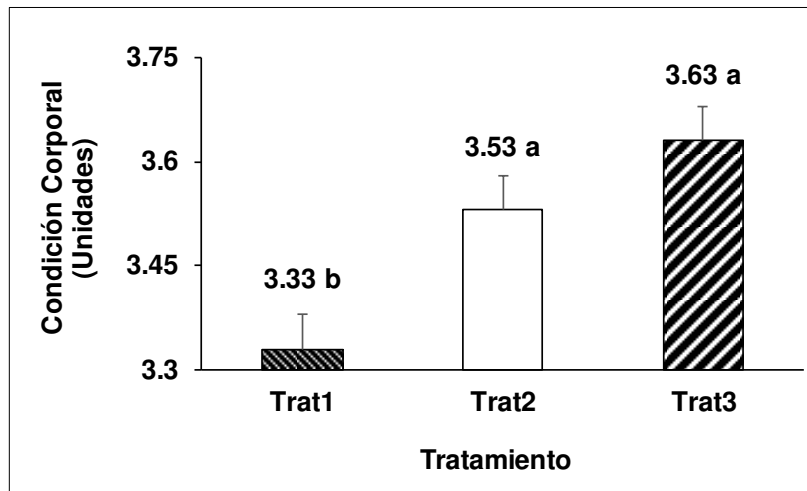


Figura 16. Promedio de CC (3.50 ± 0.03 Unidades) de las cabras durante el experimento.

6.5. Actividad Ovárica

La AO se definió como: 1). - AO en ambos ovarios, 2). - AO en 1 ovario y 3). – sin AO en ambos ovarios (ver Figura 17 para resultados) (ver Anexo 10.18). No se presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos ni entre grupos.

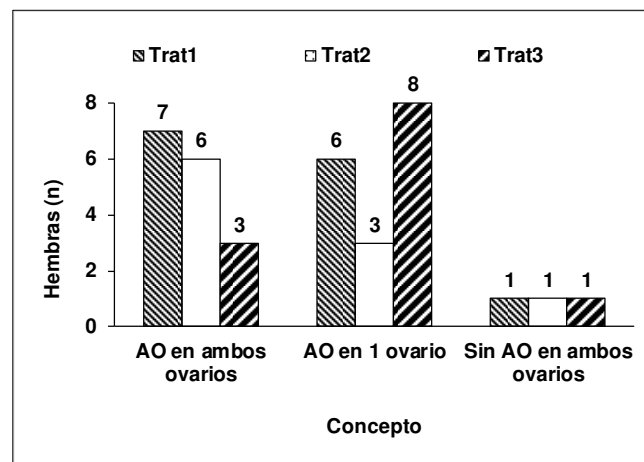


Figura 17. Resultados de la evaluación de la AO de las cabras al día 18 del experimento.

6.6. Concentración sérica de progesterona

El Cuadro 14 muestra los datos (Anexos 10.9-10.11) de la concentración sérica de progesterona (ng/mL de suero sanguíneo) a los días 0, 13, 20 y 27 del experimento.

Cuadro 14. Concentración sérica de progesterona (ng/mL) de las cabras durante el experimento.

Concepto	Día de experiment			
	0	13	20	27
Trat1	12.25	5.80	10.07	13.20
Trat2	3.04	4.33	4.13	9.51
Trat3	6.45	5.91	0.44	4.06
EEM	3.64	3.41	3.71	4.84
P	0.18	0.92	0.18	0.40

EEM = Error estándar de las medias; P= Probabilidad de error 0.05%

En la Figura 18 se muestra la concentración sérica de progesterona (6.60 ± 1.08 ng/mL) de las cabras de los tres tratamientos durante el experimento.

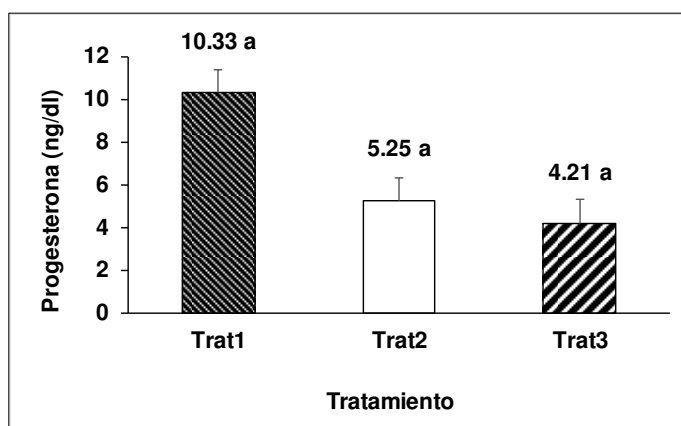


Figura 18. Promedio de la concentración sérica de progesterona (ng/mL) de las cabras durante el experimento.

6.7. Concentración sérica de nitrógeno ureico

En el Cuadro 15 se muestra el registro (Anexos 10.12-10.14) de la variación de la concentración sérica de nitrógeno ureico de las cabras durante el experimento.

Cuadro 15. Concentración sérica de nitrógeno ureico (mg/dl) de las cabras durante el experimento.

Concepto	Día de experimento				
	0	6	13	20	27
Trat1	15.61	11.51	12.02	13.37	15.48
Trat2	14.02	15.52	12.68	14.24	14.16
Trat3	14.39	17.42	13.18	15.29	17.01
EEM	1.74	2.70	1.66	1.69	1.80
P	0.77	0.28	0.87	0.71	0.52

EEM = Error estándar de las medias; P= Probabilidad de error

En la Figura 19 se muestra la variación de nitrógeno ureico sérico registrada las cabras durante el experimento hasta los días 6, 13, 20 y 27, con respecto a la concentración sérica de nitrógeno ureico de la primera muestra sanguínea (día 0 del experimento).

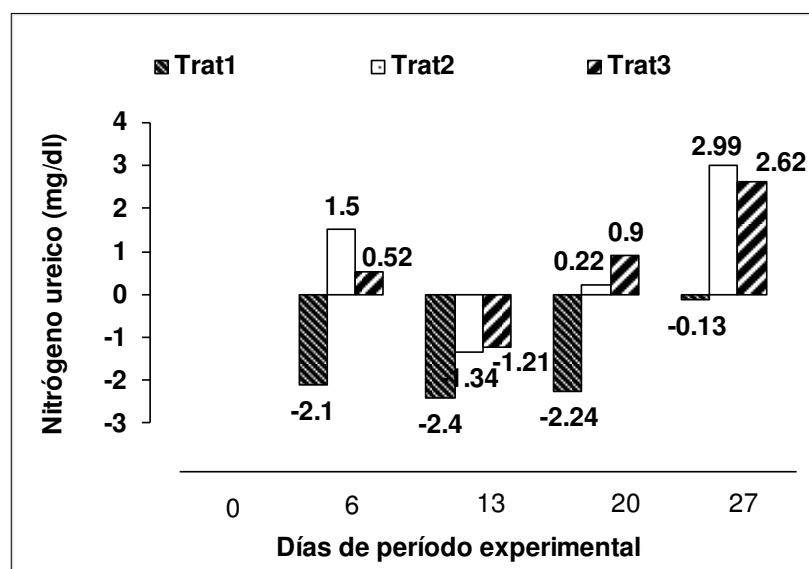


Figura 19. Variación de la concentración sérica de nitrógeno ureico de las cabras durante el experimento con respecto al día 0.

En la Figura 20 se muestra la concentración (14.44 ± 0.44 mg/dl) sérica de nitrógeno ureico de las cabras durante el experimento. No hubo diferencia significativa ($P < 0.05$)

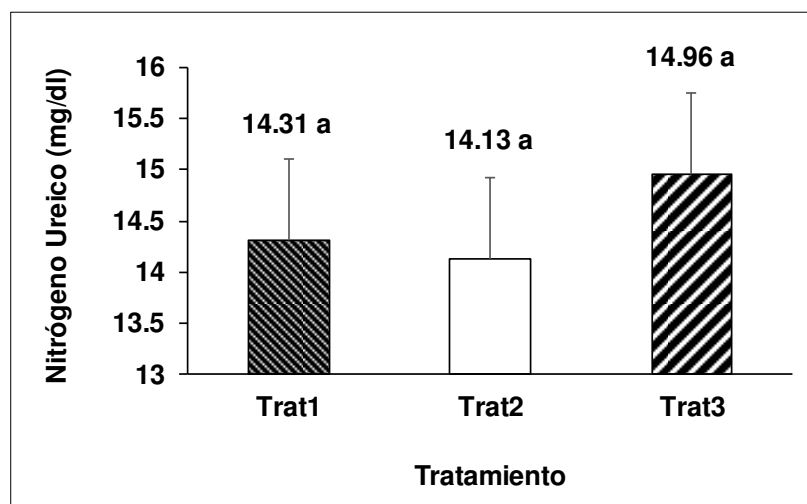


Figura 20. Concentración sérica de nitrógeno ureico (14.44 ± 0.44 mg/dl) de las cabras durante el experimento.

6.8. Concentración sérica de glucosa

En el Cuadro 16 se muestra el registro (Anexos 10.15-10.17) de la concentración sérica de glucosa de las cabras durante el experimento. No hubo diferencia significativa ($P < 0.05$).

Cuadro 16. Concentración sérica de glucosa (mg/dl) de las cabras durante el experimento.

Concepto	Día de experimento				
	0	6	13	20	27
Trat 1	70.88	76.69	67.10	65.60	75.42
Trat 2	97.20	81.20	71.33	67.90	81.25
Trat 3	101.78	86.23	70.34	69.12	79.93
EEM	12.02	4.87	2.61	2.81	10.90
P	0.26	0.38	0.45	0.66	0.95

EEM = Error estándar de las medias; P= Probabilidad de error

En la Figura 21 se muestra la variación de glucosa sérica registrada hasta los días 6, 13, 20 y 27, con respecto día 0 experimental.

En la Figura 22 se muestran los resultados del promedio de la concentración (73.80 ± 0.76 mg/dl) sérica de glucosa de las cabras durante el experimento. No hubo una diferencia estadísticamente significativa en la concentración sérica de glucosa de las cabras de los tres tratamientos, durante el experimento.

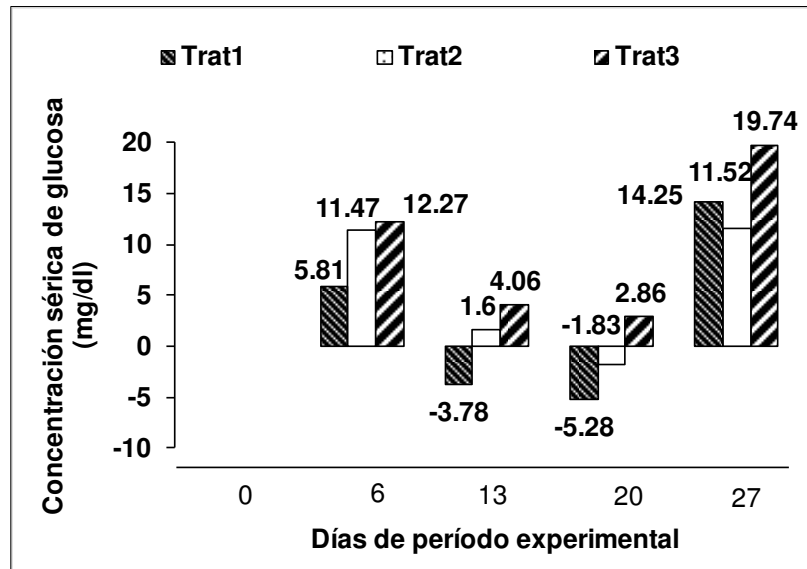


Figura 21. Variación de la concentración sérica de glucosa de las cabras durante el experimento con respecto al día 0.

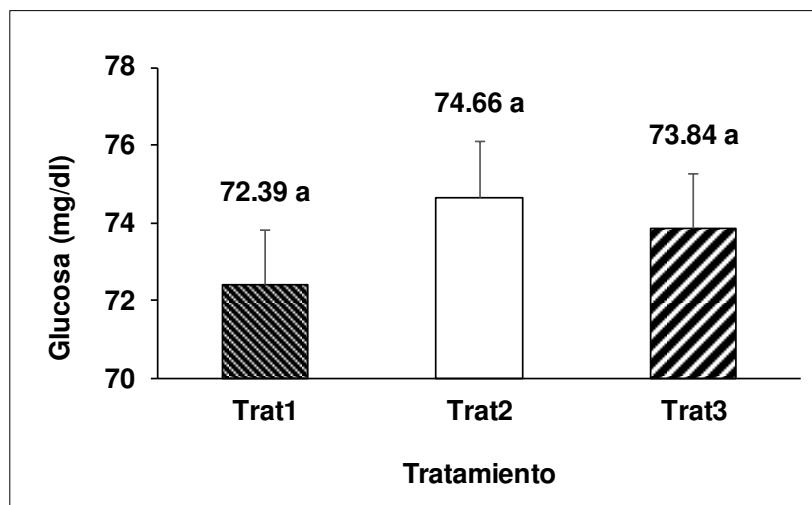


Figura 22. Concentración sérica de glucosa (73.80 ± 0.76 mg/dl) de las cabras durante el experimento.

7. DISCUSIÓN

7.1. Valor nutrimental de los tratamientos, el forraje de pasto Buffel y los subproductos agroindustriales

En el presente trabajo, al evaluar los efectos de la inclusión de cáscara de naranja a diferentes niveles en una dieta conformada por DDGS y forraje Buffel, se estableció y se obtuvo que la composición nutrimental de cada dieta se cumplió en base a los requerimientos nutricionales y energéticos indicados por el NRC (2007) para mantenimiento de cabras adultas lecheras (Anexo 10.22), Estos resultados están dentro de los rangos reportados por Ramírez-Lozano *et al.* (2001) y Vásquez-Aguilar (2014), en Marín, N.L.

Para la cáscara de naranja y DDGS, es similar a lo reportado por Vásquez-Aguilar (2014), considerando que para la naranja, el valor nutrimental y la composición química de las plantas y sus frutos pueden variar por factores ambientales y estacionales (Bampidis y Robinson, 2006) y para el DDGS el método utilizado para su obtención (Belyea *et al.*, 2004; Cortes-Cuevas *et al.*, 2012).

7.2. Consumo de alimento

Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican que hubo una preferencia de consumo por el Trat2, coincidiendo por lo reportado por Volanis *et al.* (2006). Ésto se puede explicar en parte a que las cabras tienen selectividad por consumir

alimento con mayor valor nutrimental y por las consecuencias post-ingesta, por ejemplo, aquellos alimentos que resultan tóxicos. Esta selectividad se basa en los sentidos del olfato, vista, gusto, tacto y olor (Barroso *et al.*, 1995; Robertson *et al.*, 2006). En el sentido del gusto, las cabras presentan una preferencia por el sabor de la naranja sobre los demás sabores de frutales y dulces (Robertson *et al.*, 2006). Por otra parte, de acuerdo a Barroso *et al.*, (1995), y Robertson *et al.*, (2006), se sabe que los taninos condensados encontrados en altas concentraciones ($0.90\pm0.02\%$) en la cáscara de naranja (Ezeabara *et al.*, 2014), tienen diversos efectos durante la ingesta como, por ejemplo, la astringencia (Ezeabrara *et al.*, 2014). Ésta es contrastada por las proteínas ricas en prolina que se secretan en la saliva de las cabras (Osuga *et al.*, 2008), dejando así expuesto el sabor dulce de la cáscara de naranja, que contiene moderados niveles de azúcares (26.5% MS) (Arthington *et al.*, 2002). Así mismo, los taninos condensados también mejoran el uso de nitrógeno, reducen inflamación, controlan parásitos internos (Waghorn, 2008) y controlan la emisión de gas metano (Beauchemin *et al.*, 2008).

Por otro lado, los resultados del Trat3 del presente estudio, demuestran que una mayor porción de cáscara de naranja es rechazada por las cabras, tal como lo reporta Oni *et al.* (2008). Es por esta selectividad, por lo palatable y consecuencias benéficas de la cáscara de naranja, que se presentó en el Trat2, donde se combinó un equilibrio entre el contenido de cáscara de naranja (sabor), y de forraje de pasto Buffel (textura).

7.3. Peso y Condición Corporal

En los resultados del presente estudio, las cabras del Trat2 con una inclusión del 13.11% de cáscara de naranja en la dieta, presentaron un peso y una CC similar a las del Trat3 (26.23% de inclusión del cítrico en la dieta), siendo similar a lo reportado por diversos estudios, donde se demostró que el peso vivo y la CC tienden a mejorar cuando se suministran niveles menores del 50% de inclusión de cáscara y pulpa cítrica en la dieta de rumiantes. Por ejemplo, en un estudio realizado por Oni *et al.* (2008), administraron a las cabras diferentes niveles de Pulpa Cítrica Seca (PCS), y reportaron un mejor PC final de las cabras que consumieron los niveles más bajos (25 y 50%) de PCS con respecto a las cabras que consumieron los niveles más altos (70%). Sin embargo, en otros estudios realizados por Volanis *et al.* (2006) en ovejas, Garza-Brenner (2014) en bovinos de carne en pastoreo y Liñán-González (2015) en cabras en pastoreo, reportaron que una alta inclusión cítrica en la dieta, afectaría negativamente el peso vivo y la CC de estos rumiantes.

En el presente estudio, las cabras del Trat1 que no recibieron cáscara de naranja y se mantuvieron bajo los efectos del déficit energético, presentaron una pérdida de PC y CC, siendo similar a lo reportado por Mellado *et al.* (2004), quienes obtuvieron que las cabras pierden CC al ser sometidas al déficit energético durante 1 año. Sin embargo, al final del estudio, se mejoró la CC para las cabras del Trat2 y Trat3; pudiendo estar asociada a las propiedades benéficas de la cáscara de naranja, presentando una correlación con el PC. Asimismo, los resultados positivos en el peso y la CC de las cabras en los Trat2 y Trat3, se relacionan con el consumo alto

de proteína cruda, debido al alto consumo de materia seca, y afectando el paso acelerado del alimento consumido a través del tracto gastrointestinal para un mejor aprovechamiento de los nutrientes (Mtenga y Shoo, 1990; Negesse *et al.*, 2001; Atti *et al.*, 2004; Oni *et al.*, 2008).

7.4. Actividad Ovárica y Gestaciones

En el presente estudio se reportó que al día 18 del experimento no hubo una diferencia significativa en la AO de las cabras entre tratamientos. Esto coincide con lo reportado por Rosales-Nieto *et al.* (2006) quienes usaron dos dietas experimentales diseñadas para cubrir el 100% y el 75% de las necesidades energéticas y proteicas para el mantenimiento de cabras y se determinó que no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$). Por el contrario, Fitz-Rodriguez *et al.*, en el 2009 reportaron que, en períodos cortos (6 y 14 días) de suplementación en la estación reproductiva (flushing), las cabras tienden a presentar mejores ($P < 0.05$) parámetros reproductivos como presencia de estros, tasa de ovulación en animales suplementados, teniendo mejor resultado si las cabras al momento de suplementarlas se encuentran en una fase folicular (Meza-Herrera *et al.*, 2008). Ya que diversos estudios han demostrado que el déficit energético influye negativamente sobre los parámetros reproductivos de las cabras, como, por ejemplo, Kusina *et al.*, (2001), quienes reportaron que las cabras que consumieron niveles bajos de energía, la tasa de concepción y de prolificidad tiende a bajar un

40%, coincidiendo con los resultados de 0% tasa de gestación del presenta estudio, en que las cabras fueron sometidos a déficit energético.

7.5. Concentración sérica de Progesterona y tasa de gestación

Durante la etapa reproductiva en cabras, la progesterona fluctua, presentando las concentraciones mayores a 5 ng/mL a los 6 días después de cada ovulación y manteniéndose así durante 10 días hasta que ocurra la lisis del cuerpo lúteo; en caso de no haber sido fertilizado el ovúlo. Al presentarse una nueva etapa folicular con su correspondiente ovulación, se presentan las concentraciones más bajas de progesterona (<1 ng/mL) (Castro *et al.*, 1999; Menchaca y Rubianes, 2002; Fatet *et al.*, 2011). Stevenson *et al.* (2015) reportaron que al finalizar la temporada no reproductiva y comenzar la temporada de actividad reproductiva en vacas, si los niveles de progesterona al día 10 antes de protocolo de sincronización CO-Synch son mayores a 1 ng/ml y al día 0 antes del protocolo son menores a 1 ng/ml, la tasa de gestación incrementa, ya que la fluctuación en la concentración de progesterona es un indicativo de que las hembras están ciclando con normalidad y existe la presencia de ovúlos. Por el contrario, cuando los niveles de progesterona sérica al día 10 antes del protocolo de sincronización CO-Synch son mayores o iguales a 4 ng/ml y continúan siendo mayores o iguales a 4 ng/ml al día 0 antes del protocolo, la tasa de gestación se ve reducida, ya que si los niveles de la progesterona se están manteniendo incrementados se le relaciona con la presencia de un cuerpo lúteo persistente, el cual resulta en un embrión defectuoso con la gran probabilidad

de muerte embrionaria temprana. Al terminar la estación reproductiva, la actividad reproductiva disminuye. Meza-Herrera *et al.* (2009) tomaron como criterio los siguientes valores de progesterona para evaluar la actividad reproductiva de las hembras durante esta etapa: valores consecutivos > 1 ng/ml se consideraron reproductivamente activas (por su relación con la etapa lútea durante los ciclos) y valores < 1 ng/ml se consideraron reproductivamente inactivas. Los resultados del 0% de tasa de gestación del presente estudio junto con los altos niveles de progesterona sérica coinciden con lo reportado por Stevenson *et al.* (2015) y Meza-Herrera *et al.* (2009), ya que se presume que todas las cabras del presente estudio estuvieron ciclando, sin embargo por los persistentes niveles elevados de progesterona durante todo el experimento también es factible que hayan presentado una posible persistencia de un cuerpo lúteo, y es por eso que la tasa de gestación se vio disminuida, además de recalcar una inadecuada ingesta de energía por falta de suplementación en los animales del Trat1 y la falta del estímulo del efecto macho en todos los animales de todos los tratamientos, los cuales son factores que influyen negativamente en la respuesta reproductiva (De Santiago-Miramontes *et al.*, 2008; Fitz-Rodriguez *et al.*, 2009).

7.6. Concentración sérica de Nitrógeno Ureico

En cabras, el rango normal de nitrógeno ureico en sangre es de 13-26 mg/dL o de 4.5-9.2 mmol/Dl, según lo reportado por el Manual Merk de Veterinaria (2007). Los resultados del presente estudio, demuestran que los promedios de la concentración

de nitrógeno ureico en sangre a pesar de estar dentro del rango considerado como normal, tienden a acercarse más hacia la concentración menor (13 mg/dl). Esto va sustentado por trabajos realizados en 1999 por Arias y Alonso, quienes reportaron que valores inferiores a los rangos normales de concentración de nitrógeno ureico en vacas, se debe posiblemente a que la proteína en la dieta es altamente degradable en rumen o falta de proteína en la dieta; caso contrario, valores superiores a los rangos considerados como normales, son un indicativo de un posible exceso de proteína en la dieta o que los carbohidratos no fibrosos fermentables en la dieta son muy bajos. Asimismo, al ser la cáscara de naranja un subproducto altamente degradable (98.7%) debido a la pectina (Ben-Ghedalia *et al.*, 1989), más el hecho de haber incluido en la suplementación los DDGS que en Otoño contienen niveles de proteína del 32.9% (% de MS), es factible suponer que la concentración de nitrógeno ureico en sangre se deba a la suplementación con estos subproductos. Otros factores que pueden afectar la concentración de nitrógeno ureico en sangre son la ingesta de energía, ingesta de agua, función hepática y la producción urinaria (Acosta *et al.*, 2005). Por ejemplo, Hammond (1992) explica que la energía es un factor importante, ya que se utiliza para la degradación de la proteína y derivados, además menciona que cuando el consumo de energía se mantiene constante, al elevar los niveles de proteína en la dieta, se produce un incremento en la concentración de nitrógeno ureico en sangre y que al proporcionar niveles crecientes de energía en la dieta mientras se mantienen los niveles de proteína, se produce una baja en la concentración de nitrógeno ureico en sangre.

Todos estos antecedentes se ven relacionados con los resultados del presente estudio, en dónde los Trat2 y Trat3 con niveles crecientes de energía en una dieta y con ingredientes altamente degradables, se esperaba que tuvieran una concentración de nitrógeno ureico en sangre cercana a los niveles más bajos permitidos, siendo que tuvieron valores similares a los del Trat1, en dónde es factible asociar la falta de energía en la dieta, la mediana degradabilidad del forraje de pasto Buffel (Ramírez-Lozano *et al.*, 2001) y la adaptación a un balance energético negativo (Herd, 2000) con los bajos niveles de nitrógeno ureico en sangre similares ($P>0.05$) a los de los Trat2 y Trat3. Por otra parte, en otro estudio realizado por Acosta *et al.* (2005) mencionan que en vacas, la concentración altamente elevada de nitrógeno ureico esta negativamente relacionada con la tasa de gestación: Ya que según Rodríguez y Yañez (2000), mencionan que el alto nivel de urea en el útero es tóxico para el esperma y los embriones, lo que puede ocasionar una infertilidad. Butler *et al.* (1996) encontraron en vacas una relación entre un nivel elevado de nitrógeno ureico (>19 mg/dl) con una menor tasa de gestación (35%), en comparación con las vacas que presentaron concentraciones menores a 19 mg/dl y que tuvieron una mejor tasa de gestación (55%). En el presente estudio se puede descartar un posible efecto de la concentración de nitrógeno ureico en sangre sobre los resultados de la tasa de gestación.

7.7. Concentración sérica de Glucosa

La glucosa es un metabolito que aporta la energía necesaria (carbonos) a las células para la obtención de galactosa, lactosa o glicerol para la síntesis de grasa (Razz y Clavero, 2004) y los efectos que tiene la ingesta de diferentes niveles de energía en la dieta pueden ejercer diferentes efectos a nivel metabólico y reproductivo de los rumiantes, provocando que estos se adapten de diferente manera.

Los valores normales de glucosa en sangre son de 48-76 mg/dL o de 2.7-4.2 mmol/L según lo reportado en el Manual Merk de Veterinaria (2007). Los promedios generales de los tres tratamientos del presente estudio no mostraron una diferencia significativa ($P > 0.05$) entre ellos, además de que muestran una tendencia a estar muy cerca del límite mayor (76 mg/dl). Los antecedentes nos indican que las cabras del Trat1, se pudieron adaptar a un balance energético negativo por medio de una posible cetosis al aumentar la β -oxidación, aprovechando la grasa corporal (perdiendo CC y PC) (Herdt, 2000; Claro, 2004; Cavini *et al.*, 2014) y provocando que los niveles de glucosa sérica se vieran tan elevados como las cabras de los Trat2 y Trat3.

Los niveles de glucosa elevados en todas las cabras, se relacionan directamente con los niveles de nitrógeno ureico sérico, ya que en las cabras de los Trat2 y Trat3, al tener niveles altos de glucosa, se habría elevado el metabolismo de la degradación de las proteínas, habiendo provocado los niveles bajos de nitrógeno ureico en ambos tratamientos. Por otra parte, las cabras del Trat1, al haber estado

bajo los efectos del déficit energético y aumentar la β -oxidación, lograron obtener suficiente energía para metabolizar la proteína consumida en la dieta.

8. CONCLUSIONES

Debido a un balance en sabor, textura y consecuencias positivas post-ingesta de la dieta del Trat2, el CA fue mayor para las cabras en comparación a las del Trat1 y Trat3.

Para las cabras del Trat3, se presentó un consumo alto de proteína cruda relacionado a un alto consumo de materia seca, afectando positivamente el peso vivo y CC.

En el presente trabajo, las dietas ofrecidas durante 31 días no ejercieron efectos sobre la AO.

Los altos niveles de progesterona sérica son un indicativo de la presencia de un ciclo estral, aunque la persistencia de los altos niveles durante todo el experimento indica una probable presencia de un cuerpo lúteo persistente.

En las cabras, los bajos niveles de nitrógeno ureico sérico y los altos niveles de glucosa sérica, nos muestran una dieta muy degradable para los Trat2 y Trat3, mientras que para el Trat1, indican una probable cetosis metabólica.

Para determinar con una mayor exactitud los efectos del déficit energético y la suplementación, se podría hacer uso de otras herramientas, como la medición de cortisol, así como también evaluar la respuesta ante períodos cortos de adaptación a una nueva dieta y a un nuevo ambiente, así como la adaptación a la introducción de nuevos animales.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, Y.M., M.I. Delucchi, M. Olivera, y C. Dieste. 2005. Urea en leche: factores que la afectan. http://www.producción-animal.com.ar/producción_bovina_de_leche/leche_subproductos/56urea_en_leche.pdf. (Consultado el 02 de Febrero 2017).
- Anderson, J.L., D.J. Schingoethe, K.F. Kalscheur, and A.R. Hippen. 2006. Evaluation of dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactations dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89: 3133-3142.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis. 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, V.A.
- Aréchiga, C.F., J.I. Aguilera, R.M. Rincón, S. Méndez de Lara, V.R. Bañuelos, and C.A. Meza-Herrera. 2008. Role and perspectives of goat production in a global world. *Trop. Subtrop. Agroeco.* 9:1-14.
- Arthington, J.D., W.E. Kunkle, and A.M. Martin. 2002. Citrus pulp for cattle. *Vet. Clin. Food Anim.* 18: 317-326.
- Atti, N., H. Rouissi, and M. Mahouachi. 2004. The effect of dietary crude protein level on growth, carcass and meat composition of male goat kids in Tunisia. *Small Rum. Res.* 54: 89-97.
- Ball, B.A., K. Sabeur, T. Nett, and I.K.M. Liu. 2006. Effects of a GnRH cytotoxin on reproductive function in peripubertal male dogs. *Theriogenology.* 66:766-774.
- Bampidis, V.A., and P.H. Robinson. 2006. Citrus by-products as ruminal feeds: A review. *Anim. Feed Sci. Tech.* 128: 175-217.
- Barroso, F.G., C.L. Alados, and J. Boza. 1995. Food selection by domestic goats in Mediterranean arid shrublands. *J. Arid Env.* 31: 205-217.

- Batal, A., and N. Dale. 2003. Mineral composition of distillers dried grains with solubles. *J. Appl. Poult. Res.* 12: 400-403.
- Beauchemin, K.A., M. Kreuzer, F. O'Mara, and T.A. McAllister, 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. *Aus. J. of Exp. Agr.*: 21-27.
- Becerra, P.L.A. 2006. La industrial del etanol en México. *Economía UNAM.* 6: 82-98.
- Belyea, R.L., K.D. Rausch, and M.E. Tumbleson. 2004. Composition of corn and distillers dried grains with solubles from dry grind etanol processing. *Biores. Techn.* 94: 293-298.
- Ben-Ghedalia, D., E. Yosef, J. Miron, and Y. Est. 1989. The effect of starch- and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. *Anim. Feed Sci. Tech.* 24: 289-298.
- Bustos Obregón, E., and L. Torres-Díaz. 2012. Reproducción Estacional en el Macho. *Int. J. Morphol.* 30:1266-1279.
- Butler, W.R., J.J. Calaman, and S.W. Beam. 1996. Plasma and milk urea in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 74: 858-865.
- CANACINTRA. 2012. Producción de leche en cabras criollas de Guerrero. http://www.canacintra.org.mx/alimentos/eventos/acapulco/congreso_nacional/premier_dia/CABRAS_GUERRERO.pdf (Consultado el 6 de Agosto del 2016).
- Castro, T. de, E. Rubianes, A. Menchaca, and A. Rivero. 1999. Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory intervals in goats. *Theriogenology.* 52: 399-411.
- Cavini, S. 2014. El uso de aditivos zootécnicos en pequeños rumiantes en sistema intensivo y condiciones de campo. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

- Chávez, G.M.L., and C.N. Aguilar. 2012. Aprovechamiento de la industria citrícola. *Ciencia Cierta*. No. 29.
- Claro, R. 2004. Cetosis, acetonemia, toxemia de la preñez, enfermedad de los corderos gemelos. *Información Veterinaria*. 141.
- CONARGEN. 2013. Asociación Mexicana de Criadores de Ganado de Registro. <http://www.conargen.mx/index.php/asociaciones/caprinos> (Consultado el 21 de Enero del 2016).
- CONASA. 2011. Producción de leche de cabra: situación y perspectivas. http://www.conasamexico.org.mx/conasa/2011_docs_199_reunion/201110_25martes/salon_las-nubes/ovinos-/comité_9/andres_ducoing_watty.pdf (Consultado el 4 de Agosto del 2016).
- Cuevas, A.C., C.A.E. Carrillo, G.S. Elizalde, J.M. Iriarte, M.O. Roa, and E.A. González. 2012. Use of distillers dried grains with soluble (DDGS) on sorghum-soybean meal diets for broilers and laying hens. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 3: 331-341.
- De Santiago-Miramontes, M.A., R. Rivas-Muñoz, M. Muñoz-Gutiérrez, B. Malpaux, R.J. Scaramuzzi, and J.A. Delgadillo. 2008. The ovulation rate in oestrus female goats managed under grazing conditions and exposed to the male effect is increased by nutritional supplementation. *Anim. Reprod. Sci.* 105: 409-416.
- Delgadillo, J.A., J.A. Flores, G. Duarte, J. Vielma, H. Hernández, M. Bedos, G. Fitz-Rodríguez, I.G. Fernández, A. López-Sebastián, A. Gómez-Brunet, J. Santiago-Moreno, L.A. Zarazaga, M. Keller, and P. Chemineau. 2014. Out-of-season control of reproduction in subtropical goats without exogenous hormonal treatments. *Small Rum. Res.* (2014) 1-5.

- Dryden, G. McL. 2008. Methods of evaluating the availability of nutrients in foods. In: McL. Dryden. G., editor. Animal nutrition science. CABI, Oxfordshire, EU. p. 28.
- Etheridge, E.D., G.M. Pesti, and E.H. Foster. 1998. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Duman combustion methodologies (LECO CNS 2000) on samples typical of animal nutrition analytical laboratory. Anim. Feed Sci. Tech. 73: 21-28.
- Ezeabara, C.A., C.U. Okeke, C.V. Ilodibia, and B.O. Aziagba. 2014. Determination of tannin content in various parts of six citrus species. J. Sci. Res. Rep. 3: 1384-1392.
- FAO. 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Citrus fruits statistics 2015. <http://www.fao.org/3/a-i15558e.pdf> (Consultado el 17 de Enero del 2017).
- FAO. 2017. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Small Ruminants. <http://www.fao.org/agriculture/dairy-gateway/milk-production/dairy-animals/small-ruminants/en/#.WO43ktl1-M8>. (Consultado el 12 de Abril del 2017).
- FAOSTAT. 2015a. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistics Division. <http://www.fao.org/faostat/es/#data> (Consultado el 12 de Abril del 2017).
- FAOSTAT. 2015b. FAO Statistical Pocketbook World food and agricultura. <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf>. (Consultado el 12 de Abril del 2017)
- Fatet, A., M.A. Pellicer-Rubio, and L. Bernard. 2011. Reproductive cycle of goats. Anim. Reprod. Sci. 124: 211-219.
- Fitz-Rodriguez, G., M.A. De Santiago-Miramontes, R.J. Scaramuzzi, B. Malpaux, and J.A. Delgadillo. 2009. Nutritional supplementation improves ovulation

and pregnancy in female goats managed under natural grazing conditions and exposed to the male effect. *Anim. Reprod. Sci.* 116: 85-94.

Garcia Romero, G., C. Valiente, D. Aquilano, Y. Corrada, and C. Gobello. 2009. Endocrine effects of the GnRH antagonist, acyline, in domestic dogs. *Theriogenology*. 71: 1234-1237.

Garza-Brenner, E. 2014. Efecto de la suplementación con dos subproductos agroindustriales y reinserción de CIDR sobre el comportamiento productivo y reproductivo en vacas Charolais. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Escobedo. 63 pp.

Gelez, H., and C. Fabre-Nys. 2004. The “male effect” in sheep and goats: a review of the respective roles of the two olfactory systems. *Horm. and Behav.* 46: 257-271.

Ginther, O.J., M.A. Siddiqui, J.M. Baldrighi, C.A. Wolf, and J.M. Greene. 2015. Differences between follicular waves 1 and 2 in patterns of emergence of 2-mm follicles, associated FSH surges, and ovarian vascular perfusion in heifers. *Theriogenology*. 84: 853-861.

Ginther, O.J., S.T. Bashir, H.B. Rakesh, and M.M. Hoffman. 2013. Two-way coupling between FSH and the dominant follicle in heifers. *Theriogenology*. 80: 463-469.

Gobello, C. 2007. New GnRH analogs in canine reproduction. *Anim. Reprod. Sci.* 100: 1-13.

Gómez-Brunet, A.; J.A. Moreno; A.T. Díaz; A.L. Sebastián. 2012. Reproductive seasonality and its control in spanish sheep and goats. *Trop. Subtrop. Agroecos.* 15: S47-S70.

Grasser, L.A., J.G. Fadel, I. Garnett, and J. DePeters. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *J. Dairy Sci.* 78: 962-971.

- Greenwood, P.L.; D.A. Shutt. 1992. Salivary and plasma cortisol as an index of stress in goats. *Aust. Vet. J.* 69: 161-163.
- Hafez. 2002. *Reproducción e Inseminación Artificial en animales*. McGraw-Hill Interamericana, Kiawah Island, South Carolina.
- Hall, M.B. 2000. Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis. *Tech. Bull. No. 339*. University of Florida, Florida.
- Hammond, A.C. 1997. Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle. In: *Proc. Florida Rum. Nutr. Symp.*, p. 43-52.
- Haruna, S., T. Kuroiwa, W. Lu, J. Zabuli, T. Tanaka, and H. Kamome. 2009. The effects of short-term nutritional stimulus before and after the luteolysis on metabolic status, reproductive hormones and ovarian activity in goats. *J. Reprod. Dev.* 55: 39-44.
- Haughian, J.M., O.J. Ginther, F.J. Diaz, and M.C. Wiltbank. 2013. Gonadotropin-releasing hormone, estradiol, and inhibin regulation of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone surges: implications for follicle emergence and selection in heifers. *Biol. Reprod.* 88:165.
- Herd, T.H. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Vet. Clin. Food Anim.* 16: 215-230.
- Holtz, W., B. Sohnrey, M. Gerland, and M.A. Driancourt. 2008. Ovsynch synchronization and fixed-time insemination in goats. *Theriogenology*. 69: 785-792.
- Hossain, M.E., M. Shahjalal, M.J. Khan, and M.S. Hasanat. 2003. Effect of dietary energy supplementation on feed intake, growth and reproductive performance of goats under grazing condition. *Pak. J. Nutr.* 2: 159-163.
- INAFED. 2016. *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México: Marín*. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM19nuevoleon/municipios/19034a.html> (Consultado el 3 de Febrero del 2016).

- INIFAP. 2015. Red de Estaciones Agroclimáticas de Nuevo León. Estación: Facultad de Agronomía UANL, Marín, NL., <http://www.clima.inifap.gob.mx/redinifap/est.aspx?est=36154> (Consultado el 30 de Diciembre de 2015).
- Jin, J.-M., and W.X. Yang. 2014. Molecular regulation of hypothalamus–pituitary–gonads axis in males. *Gene*. 551:15-25.
- Kaiser, U.B., P.M. Conn, and W.W. Chin. 1997. Studies of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) action using GnRH receptor-expressing pituitary cell lines. *Endocr. Rev.* 18:46-70.
- Kanasaki, H., I.N. Purwana, and K. Miyazaki. 2013. Possible role of PACAP and its PAC1 receptor in the differential regulation of pituitary LHbeta-and FSHbeta-subunit gene expression by pulsatile GnRH stimulation. *Biol. Reprod.* 88: 35.
- Kusina, N.T., T. Chinuwo, H. Hamudikuwanda, L.R. Ndlovu, and S. Muzanenhamo. 2001. Effect of different dietary energy level intakes on efficiency of estrus synchronization and fertility in Mashona goat does. *Small Rum. Res.* 39: 283-288.
- Lachica, M., and J.F. Aguilera. 2005. Energy expenditure of walk in grassland for small ruminants. *Small Ruminant Res.* 59: 105-121.
- Lallo, C.H.O. 1996. Feed intake and nitrogen utilization by growing goats fed by-product based diet of different protein and energy levels. *Small Rum. Res.* 22: 193-204.
- Liñán-González, M.A. 2015. Respuesta fisiológica de cabras reproductoras a la suplementación con subproductos agroindustriales cáscara de naranja, DDG-S y urea. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Gral. Escobedo. N.L. 82 pp.
- López, M.C., F. Estellés, V.J. Moya, and C. Fernández. 2014. Use of dry citrus pulp or soybean hulls as a replacement for corn grain in energy and nitrogen par-

- tioning, methane emissions, and milk performance in lactating Murciano-Granadina goats. *J. Dairy Sci.* 97: 7821-7832.
- López-Sebastian, A., A. González-Bulnes, J.A. Carrizosa, B. Urrutia, C. Díaz-Delfa, J. Santiago-Moreno, and A. Gómez-Brunet. 2007. New estrus synchronization and artificial insemination protocol for goats based on male exposure, progesterone and cloprostenol during the non-breeding season. *Theriogenology*. 68: 1081-1087.
- Lumpkins, B., A. Batal, and N. Dale. 2005. Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. *J. Appl. Poult. Res.* 14: 25-31.
- Luo, J., A.L. Goetsch, T. Sahlu, I.V. Nsahlai, Z.B. Johnson, J.E. Moore, M.L. Galyean, F.N. Owens, and C.L. Ferrell. 2004a. Prediction of metabolizable energy requirements for maintenance and gain of preweaning, growing and mature goats. *Small Rum. Res.* 53: 231-252.
- Luo, J., A.L. Goetsch, I.V. Nsahlai, Z.B. Johnson, T. Sahlu, J.E. Moore, C.L. Ferrell, M.L. Galyean, and F.N. Owens. 2004b. Maintenance energy requirements of goats: predictions based on observations of heat and recovered energy. *Small Rum. Res.* 53: 221-230.
- Luo, J., A.L. Goetsch, I.V. Nsahlai, T. Sahlu, C.L. Ferrell, F.N. Owens, M.L. Galyean, J.E. Moore, and Z.B. Johnson. 2004c. Metabolizable protein requirements for maintenance and gain of growing goats. *Small Rum. Res.* 53: 309-326.
- Madrid, J., F. Hernández, M.A. Pulgar, and J.M. Cid. 1997. Urea and citrus by-product supplementation of straw-based diets for goats; effect on barley straw digestibility. *Small Rum. Res.* 24: 149-155.
- Mahgoub, O., C.D. Lu, M.S. Hameed, A. Richie, A.S. Al-Halhali, and K. Annamalai. 2005. Performance of Omani goats fed diets containing various metabolizable energy densities. *Small Rum. Res.* 58: 175-180.

- Maidin, M.S., M.A. Blackberry, J.T.B. Milton, P.A.R. Hawken, and G.B. Martin. 2014. Nutritional supplements, leptin, insulin, progesterone in female australian cashmere goats. *Procedia APCBEE*. 8: 299-304.
- Manual Merk de Veterinaria. 2007. 6 ed. Editorial Océano, Barcelona, España.
- Marín, F.R., C. Soler-Rivas, O. Benavente-García, J. Catillo, and J.A. Pérez-Alvarez. 2007. By-products from different citrus processes as a source of customized functional fibers. *Food Chem.* 100: 736-741.
- Martín, G.B., J.T.B. Milton, R.H. Davidson, G.E. Banchemo-Hunzicker, D.R. Lindsay, and D. Blache. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 231-246.
- Mellado, M., R. Valdez, L.M. Lara, and J.E. García. 2004. Risk factors involves in conception, abortion, and kidding rates of goats under extensive conditions. *Small Rum. Res.* 55: 191-198.
- Menchaca, A., and E. Rubianes. 2002. Relation between progesterone concentrations during early luteal phase and follicular dynamics in goats. *Theriogenology*. 57: 1411-1419.
- Menchaca, A., V. Miller, V. Salveraglio, and E. Rubianes. 2007. Endocrine, luteal and follicular responses after the use of the Short-Term Protocol to synchronized ovulation in goats. *Anim. Reprod. Sci.* 102: 76-87. doi: 10.1016/j.anireprosci.2006.10.001.
- Meza-Herrera, C.A., D.M. Hallford, J.A. Ortiz, R.A. Cuevas, J.M. Sanchez, H. Salinas, M. Mellado, and A. Gonzalez-Bulnes. 2008. Body condition and protein supplementation positively affect preovulatory ovarian activity by non LH-mediated pathways in goats. *Anim. Reprod. Sci.* 106: 412-420.
- Meza-Herrera, C.A., R.Z. Enríquez, y H.S. González. 2009. Actividad ovárica en cabras expuestas a un fotoperíodo natural creciente en la comarca lagunera. *Rev. Chap. Serie Zonas Árid.* 8: 69-74

- Meza-Herrera, C.A., V. Castañeda-Villegas, y J.G. Chávez-Perches. 2001. Análisis ultrasonográfico transrectal de la actividad ovárica en cabras. Rev. Chap. Serie Zonas Árid. 8: 84-89.
- Millar, R.P. 2005. GnRHs and GnRH receptors. Anim. Reprod. Sci. 88:5-28.
- Mtenga, L.A., and R.A. Shoo. 1990. Growth rate, feed intake and feed utilization of small east African goats suplementes with *Leucaena leucocephala*. Small Rum. Res. 3: 9-18.
- Negesse, T., M. Rodehutsord, and E. Pfeffer. 2001. The effect of dietary crude protein level on intake, growth, protein retention and utilization of growing male Saanen kids. Small Rum. Res. 39: 243-251.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Nsahlai, I.V., A.L. Goetsch, J. Lou, Z.B. Johnson, J.E. Moore, T.Sahlu, C.L. Ferrell, M.L. Galyean, and F.N. Owens. 2004b. Metabolizable energy requirements of lactating goats. Small Rum. Res. 53: 253-273.
- Nsahlai, I.V., A.L. Goetsch, J. Lou, Z.B. Johnson, J.E. Moore, T.Sahlu, C.L. Ferrell, M.L. Galyean, and F.N. Owens. 2004a. Metabolizable protein requirements of lactating goats. Small Rum. Res. 53: 327-337.
- Oluremi, O.I.A., J. Ngi, and I.A. Andrew. 2007. Phytonutrients in citrus fruit peel meal and nutritional implication for livestock production. Liv. Res. Rural Dev. 19.
- Oni A.O., C.F.I. Onwuka, O.O. Oduguwa, O.S. Onifade, and O.M. Arigbede. 2008. Utilization of citrus pulp based diets and *Enterolobium cyclocarpum* (JACQ. GRISEB) foliage by West African dwarf goats. Livestock Sci. 117: 184-191.
- Onwuka, C.F.I., P.O. Adetiloye, and C.A. Afolami. 1997. Use of household wastes and crop residues in small ruminant feeding in Nigeria. Small Rum. Res. 24: 233-237.

- Osuga, I.M., C.C. Wambui, S.A. Abdulrazak, T. Ichinohe, and T. Fujihara. 2008. Evaluation of nutritive value and palatability by goats and sheep browse foliages from semiarid area of Kenya. *J. Anim. Sci.* 79: 582-589.
- Pardo, O., J.E. Carulla, and H.D. Hess. 2008. Effect of protein and energy relationship on the levels of ammonium rumen and blood urea nitrogen and milk, in dual purpose cows at the Ilanero foothills, Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 21: 387-397.
- Rafiq, S., R. Kaul, S.A. Sofi, N. Bashir, F. Nazir, and G.A. Nayik. 2016. Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *J. Saudi Soc. Agr. Sci.* (2016).
- Rahman, M.M., M.R. Rahman, T. Nakagawa, R.B. Abdullah, W.E. Wankhadijah, and R. Akashi. 2015. Effects of wet soya waste supplementation on the intake, growth and reproduction of goats fed Napier grass. *Anim. Feed Sci. Tech.* 199:104-112.
- Ramírez-Lozano, R.G. 2007. Los pastos en la nutrición de los rumiantes. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 217 pp.
- Ramírez-Lozano, R.G., A.E. Martell, and F.L. González. 2001. Valor nutricional y degradabilidad ruminal del zacate Buffel y nueve zacates nativos del NE de México. *Ciencia UANL.* 4: 314-321.
- Razz, R. y T. Clavero. 2004. Niveles de urea, fósforo, glucosa e insulina de vacas en ordeño suplementadas con concentrado en un sistema de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*. *Rev. Cient.* 14: 365-369.
- Rekawiecki, R., M.K. Kowalik, D. Slonina, and J. Kotwica. 2008. Regulation of progesterone synthesis and action in bovine corpus luteum. *J. Phy. Pharmacol.* 59 Suppl 9:75-89.
- Robertson, E., I.J. Gordon, and F.J. Pérez-Barbería. 2006. Preferences of sheep and goats for straw pellets treated with different food-flavouring agents. *Small Rum. Res.* 63: 50-57.

- Robinson, J.J., C.J. Ashworth, J.A. Rooke, L.M. Mitchell, and T.G. McEvoy. 2006. Nutrition and fertility in ruminant livestock. *Anim. Feed Sci. Tech.* 126: 259-276.
- Rodríguez, A.G. and O.V. Yañez. 2000. El análisis de urea en leche como indicador del balance nutritivo de la alimentación de las vacas. *Memorias. Centro de investigaciones agrarias: Mabegondo*
- Rosales-Nieto, C.A., J. Urrutia-Morales, H. Gámez-Vázquez, M.O. Díaz-Gómez, and B.M. Ramírez-Andrade. 2006. Influencia del nivel de la alimentación en la actividad reproductiva de cabras criollas durante la estación reproductiva. *Téc. Pecu. Méx.* 44: 399-406.
- SAGARPA. 2013. Plan Anual del Comité Nacional Sistema Producto Caprinos <http://www.cnsp.caprinos.org.mx/otraspublicaciones/anuario2013.pdf> (Consultado el 30 de Diciembre del 2015).
- SAGARPA. 2014. Cuenta México con el hato caprino más grande de Latinoamérica. <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/paginas/2014b698.aspx> (Consultado el 3 de Agosto del 2016).
- Salvador, A., M. Igual, C. Contreras, and N. Martínez-Navarrete. 2014. Effect of the inclusion of citrus pulp in the diet of goats on cheeses characteristics. *Small Rum. Res.* 121: 361-367.
- Sánchez F., M. 2008. El ciclo estral de la vaca. Diagnóstico fotográfico. Servet, Diseño y Comunicación S.L., Zaragoza, España.
- Scaramuzzi, R.J., B.C. Campbell, J.A. Downing, N.R. Kendall, M. Khalid, M. Muñoz-Gutiérrez, and A. Somchit. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of metabolic and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod. Nutr. Dev.* 46: 339- 354.

- Schneider, F., W. Tomek, and C. Gründker. 2006. Gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and its natural analogues: A review. *Theriogenology*. 66:691-709.
- Seeburg, P.H., A.J. Mason, T.A. Stewart, and K. Nikolics. 1987. The mammalian GnRH gene and its pivotal role in reproduction. *Recent. Prog. Horm. Res.* 43: 69-98.
- SHCP. 2014. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica, Análisis Sectorial y Tecnologías de la Información: Panorama de la Naranja. <http://www.financiararural.gob.mx/informacionsectorrural/Panoramas/Ficha%20Naranja.pdf> (Consultado el 25 de Agosto del 2016).
- SIAP. 2014a. Resumen Nacional Producción, Precio, Valor, Animales Sacrificados y Peso. <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/> (Consultado el 10 de Agosto de 2016).
- SIAP. 2014b. Atlas de zonas áridas de México. <http://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/atlas-de-zonas-aridas-de-mexico>.(Consultado el 21 de Enero del 2016).
- Smith, O.B., E.L.K. Osafo, and A.A. Adegbola. 1988. Studies on the feeding value of agro-industrial by-products: strategies for improving the utilisation of co-coa-pod-based- diets by ruminants. *Anim. Feed Sci. Tech.* 20: 189-201.
- Spiehs, M.J., M.H. Whitney, and G.C. Shurson. 2002. Nutrient database for distiller's dried grains with solubles produces from new ethanol plants in Minnesota and South Dakota. *J. Anim. Sci.* 80: 2639-2645.
- SPSS. Statistical Package for Social Sciences. User's Manual (Release 17.0). Chicago. IL, USA: IBM Corp. 2008.
- Stevenson, J.S.; S.L. Hill; G.A. Bridges; J.E. Larson; and G.C. Lamb. 2015. Progesterone status, parity, body condition, and days postpartum before estrus or ovulation synchronization in suckled beef cattle influence artificial insemination pregnancy outcomes. *J. Anim. Sci.* 93: 2111-2123.

- Tenorio, F.D.C.A.M., M.D.J. Simões, V.W. Teixeira, and Á.A.C. Teixeira. 2015 Effects of melatonin and prolactin in reproduction: review of literature. *Rev. Assoc. Med. Bras.* 61:269-274.
- Thompson, I.M., S. Tao, J. Branen, A.D. Ealy, and G.E. Dahl. 2013. Environmental regulation of pregnancy-specific protein B concentrations during late pregnancy in dairy cattle. *J. Anim. Sci.* 91:168-173.
- USDA. 2016. Citrus: World Markets and Trade. <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf> (Consultado el 18 de Octubre del 2016).
- Van Soest, P.J., J.B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597.
- Vásquez-Aguilar, N.C. 2014. Determinación de fracciones de carbohidratos y proteínas y del valor nutricional de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris* L) Asociado con dos subproductos agroindustriales. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León, Gral. Escobedo, N.L. 86 pp.
- Villaquiran, M., T.A. Gipson, R.C. Merkel, A.L. Goetsch, and T. Sahlu. 2004. Body Condition Score in Goats. American Institute for Goat Research.
- Volanis, M., P. Zoiopoulos, E. Panagou, and C. Tzerakis. 2006. Utilization of ensiled citrus pulp mixture in the feeding of lactating dairy ewes. *Small Rum. Res.* 64: 190-195.
- Waghorn, G. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production: Progress and challenges. *Anim. Feed Sci. Tech.* 147: 116-139.

10. ANEXOS

10.1. Datos generales de las cabras, alojamiento y tratamiento asignado al inicio del experimento.

Jaula/Corral	Arete		Raza	Trat	Edad (Años)	Gestaciones
	Amarillo	Metálico				
3	L23	194227	Alpino	1	2	1
6	L20	194225	Alpino	1	2	1
8	M50	194238	Alpino	1	1	0
12	9391	16304	Saanen	1	-	-
16	M63	194242	Saanen	1	1	0
17	L21	194207	Alpino	1	2	2
19	M53	194233	Saanen	1	1	0
24	2843	163013	Saanen	1	-	-
C3	L90	194227	Alpino	1	2	1
C3	L18	194206	Alpino	1	2	2
C3	9459		Alpino	1	-	-
C3	9461		Alpino	1	-	-
C3	M66	194239	Saanen	1	1	0
5		234	Alpino	2	1	0
10	M42	194240	Alpino	2	1	0
11	9390		Saanen	2	-	-
22	9342		Alpino	2	-	-
23	L29	194222	Saanen	2	2	1
C2	L84	194209	Alpino	2	2	1
C2	J26	194135	Alpino	2	4	2
C2	J17	903084	Alpino	2	4	1
C2	L91	194221	Saanen	2	2	0
C2	9338		Saanen	2	-	-
C2	9366		Saanen	2	-	-
4	J55	903097	Saanen	3	4	2
7	J63	903099	Saanen	3	4	0
9	J42	194128	Saanen	3	4	1
14	M30	194229	Saanen	3	1	0
15	L65		Alpino	3	2	1
20	9371	163045	Alpino	3	-	-
C1	L24	194209	Alpino	3	2	1
C1	L22	194211	Alpino	3	2	1
C1	9362		Alpino	3	-	-
C1		194134	Alpino	3	7	0
C1	9316	194237	Saanen	3	1	0
C1	M27	194209	Saanen	3	2	1

10.2. Consumo de alimento durante el experimento

Jaula/ Corral	Trat	Arete		Consumo (kg)							
		Amarillo	Metálico	3/10/15	4/10/15	5/10/15	6/10/15	7/10/15	8/10/15	9/10/15	10/10/15
3	1	L23	194227	0.8	0.8	1.6	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2
6	1	L20	194225	1.5	1.5	1.9	1.6	1.9	2.0	1.7	1.0
8	1	M50	194238	0.7	0.4	0.7	0.7	0.5	0.6	0.7	0.4
12	1	9391	16304	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.3	1.3	1.3
16	1	M63	194242	1.0	1.0	1.1	0.5	1.0	1.0	1.1	1.0
17	1	L21	194207	1.5	1.5	1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0
19	1	M53	194233	1.4	1.1	0.1	1.0	1.0	1.2	1.2	1.1
24	1	2843	163013	1.1	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.8
5	2		234	1.4	1.2	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
10	2	M42	194240	1.0	0.9	1.0	0.9	0.7	1.0	1.0	0.7
11	2	9390		1.5	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
22	2	9342		1.5	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9
23	2	L29	194222	1.5	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
4	3	J55	903097	1.4	1.5	1.9	2.0	1.9	2.0	1.8	1.9
7	3	J63	903099	1.4	1.5	2.0	2.0	1.9	2.0	1.8	2.0
9	3	J42	194128	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2
14	3	M30	194229	0.8	0.7	1.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8
15	3	L65		0.9	0.8	1.1	1.2	0.9	1.9	1.2	1.2
20	3	9371	163045	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.5	1.4	1.4
C3	1	Varios	Total	6.2	5.6	6.2	7.0	7.9	7.8	7.1	7.8
C2	2	Varios	Total	6.2	6.6	7.9	8.8	7.9	8.5	8.0	8.1
C1	3	Varios	Total	8.1	6.4	7.1	8.2	8.1	8.3	8.2	7.9

10.2. Continuación

Jaula/ Corral	Trat	Arete		Consumo (kg)							
		Amarillo	Metálico	11/10/15	12/10/15	13/10/15	14/10/15	15/10/15	16/10/15	17/10/15	18/10/15
3	1	L23	194227	1.2	1.2	0.9	0.9	1.2	0.7	1.0	1.1
6	1	L20	194225	1.7	1.5	1.6	1.2	1.8	1.7	1.8	1.9
8	1	M50	194238	0.5	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
12	1	9391	16304	1.2	1.3	1.3	1.3	1.0	1.3	1.0	1.2
16	1	M63	194242	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.1	1.1	1.0
17	1	L21	194207	1.8	1.6	1.6	1.9	1.9	1.7	2.0	1.9
19	1	M53	194233	1.1	1.1	1.2	0.9	1.1	1.1	1.1	1.1
24	1	2843	163013	0.9	0.9	0.7	0.9	1.0	0.9	1.0	0.9
5	2		234	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	0.9
10	2	M42	194240	0.9	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	0.9	0.9
11	2	9390		1.6	1.7	1.7	2.0	1.9	1.7	1.9	1.9
22	2	9342		1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	1.6	2.0	1.9
23	2	L29	194222	1.6	1.6	2.0	2.0	1.9	1.6	1.7	1.9
4	3	J55	903097	1.6	1.6	2.0	2.0	1.9	2.0	2.0	1.9
7	3	J63	903099	1.7	1.6	1.7	1.9	2.0	1.8	1.9	2.0
9	3	J42	194128	1.3	1.3	1.3	1.2	0.9	1.2	1.2	1.3
14	3	M30	194229	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.7	0.9
15	3	L65		1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1
20	3	9371	163045	1.4	1.5	1.5	1.4	0.8	1.4	1.4	1.5
C3	1	Varios	Total	6.5	7.3	5.4	6.0	7.2	6.3	6.7	5.6
C2	2	Varios	Total	9.1	9.1	7.5	7.1	7.2	8.2	7.4	7.6
C1	3	Varios	Total	6.6	9.1	6.4	8.4	7.5	7.5	8.2	7.5

10.2. Continuación

Jaula/ Corral	Trat	Arete		Consumo (kg)							
		Amarillo	Metálico	19/10/15	20/10/15	21/10/15	22/10/15	23/10/15	24/10/15	25/10/15	26/10/15
3	1	L23	194227	1.2	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
6	1	L20	194225	2.0	1.9	1.8	1.4	1.9	1.9	1.9	1.7
8	1	M50	194238	0.6	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5
12	1	9391	16304	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2
16	1	M63	194242	1.0	1.1	1.0	0.9	1.1	1.0	1.0	1.1
17	1	L21	194207	1.8	1.8	1.9	2.0	1.9	1.9	1.9	1.9
19	1	M53	194233	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	1.1	1.0
24	1	2843	163013	1.0	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9
5	2		234	0.6	0.9	1.0	1.0	1.0	0.8	0.9	0.9
10	2	M42	194240	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
11	2	9390		2.0	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	2.0
22	2	9342		2.0	2.0	1.8	1.9	2.0	1.9	2.0	1.9
23	2	L29	194222	1.8	2.0	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9
4	3	J55	903097	1.8	2.0	1.9	2.0	1.8	2.0	1.9	1.9
7	3	J63	903099	1.4	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9
9	3	J42	194128	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.2	1.3
14	3	M30	194229	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
15	3	L65		1.1	1.2	1.1	1.1	1.2	1.1	1.1	1.2
20	3	9371	163045	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
C3	1	Varios	Total	5.3	5.6	8.6	6.3	6.2	6.5	7.2	7.2
C2	2	Varios	Total	8.0	8.0	8.2	7.3	7.7	7.6	7.3	8.0
C1	3	Varios	Total	7.7	7.9	8.1	7.0	7.3	7.2	7.8	7.5

10.2 Continuación

Jaula/ Corral	Trat	Arete		Consumo (kg)						
		Amarillo	Metálico	27/10/15	28/10/15	29/10/15	30/10/15	31/10/15	1/11/15	2/11/15
3	1	L23	194227	1.2	1.1	1.13	1.2	1.1	1.1	1.1
6	1	L20	194225	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0
8	1	M50	194238	0.6	0.6	1.6	0.7	0.6	0.4	0.6
12	1	9391	16304	1.0	1.2	1.2	1.3	1.2	1.0	1.2
16	1	M63	194242	1.1	1.0	1.0	1.1	1.0	0.8	1.1
17	1	L21	194207	2.0	1.9	1.7	2.0	1.6	1.9	2.0
19	1	M53	194233	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1
24	1	2843	163013	1.0	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0	0.9
5	2		234	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9
10	2	M42	194240	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	0.7	0.9
11	2	9390		1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	1.9
22	2	9342		1.9	2.0	1.9	2.0	2.0	2.0	1.9
23	2	L29	194222	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	1.9
4	3	J55	903097	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9
7	3	J63	903099	1.9	1.9	1.9	1.8	1.9	2.0	2.0
9	3	J42	194128	1.2	1.2	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2
14	3	M30	194229	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7
15	3	L65		1.1	1.1	1.1	0.9	1.2	1.2	1.1
20	3	9371	163045	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.3	1.4
C3	1	Varios	Total	6.3	6.7	6.0	5.4	6.3	6.6	6.3
C2	2	Varios	Total	7.2	7.6	8.2	7.2	8.1	7.3	7.6
C1	3	Varios	Total	7.3	8.2	7.7	8.1	7.3	7.3	7.6

10.3. Peso corporal durante el experimento

Jaula	Trat	Arete		Peso Corporal (kg)				
		Amarillo	Metálico	2/10/15	15/10/15	22/10/15	29/10/15	3/11/15
3	1	L23	194227	37.0	35.4	35.4	30.8	34.4
6	1	L20	194225	38.0	35.8	34.4	40.2	38.0
8	1	M50	194238	39.0	37.4	36.0	36.6	37.6
12	1	9391	16304	46.6	41.0	39.6	37.6	38.8
16	1	M63	194242	45.4	46.6	44.0	42.8	46.0
17	1	L21	194207	41.2	38.2	35.8	38.6	39.6
19	1	M53	194233	51.5	53.5	51.5	52.5	48.4
24	1	2843	163013	42.0	36.6	36.4	35.2	35.2
C3	1	L90	194227	33.4	26.5	29.0	30.4	31.2
C3	1	L18	194206	35.0	33.4	27.4	30.8	31.4
C3	1	9461		51.5	49.6	47.2	47.8	49.5
C3	1	M66	194239	56.5	53.5	50.5	48.0	49.4
C3	1	9459		47.2	47.6	46.2	51.5	52.0
5	2		234	36.5	35.0	30.6	32.4	33.6
10	2	M42	194240	41.0	35.2	35.8	35.2	34.6
11	2	9390		46.2	47.2	37.8	39.6	49.6
22	2	9342		40.2	41.4	38.4	39.4	39.0
23	2	L29	194222	42.0	43.0	41.6	41.4	42.2
C2	2	L84	194209	33.4	32.8	31.6	32.8	35.2
C2	2	J26	194135	47.4	49.0	46.4	48.4	51.0
C2	2	J17	903008	53.5	54.0	52.5	54.0	55.0
C2	2	L91	194221	40.2	44.4	43.4	44.6	44.6
C2	2	9338		54.5	53.0	54.0	53.5	53.0
C2	2	9366		33.0	35.2	34.0	36.5	37.8
4	3	J55	903097	45.0	47.2	41.8	42.2	46.6
7	3	J63	903099	48.4	48.0	46.4	48.4	47.8
9	3	J42	194128	41.4	44.2	39.4	37.8	41.0
14	3	M30	194229	54.0	54.0	52.5	50.0	52.0
15	3	L65		39.8	38.6	36.2	39.6	39.6
20	3	9371	163045	39.4	42.2	41.2	40.8	39.6
C1	3	L24	194209	34.6	37.8	37.2	38.2	38.2
C1	3	L22	194211	33.0	34.2	32.6	37.0	35.6
C1	3	9362		44.0	42.4	42.4	40.0	44.0
C1	3		194134	51.5	53.5	51.0	54.0	57.5
C1	3	9316	194237	40.6	42.6	40.8	46.2	47.0
C1	3	M27	194209	55.0	53.0	49.6	48.2	51.5

10.4. Condición Corporal durante el experimento

Jaula	Trat	Arete		CC (Unidades)				
		Amarillo	Metálico	2/10/15	15/10/15	22/10/15	29/10/15	3/11/15
3	1	L23	194227	3.0	2.5	2.5	2.0	2.5
6	1	L20	194225	3.0	3.0	3.0	3.5	3.5
8	1	M50	194238	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
12	1	9391	16304	4.0	3.5	3.0	3.0	3.0
16	1	M63	194242	4.0	4.0	3.5	3.5	4.0
17	1	L21	194207	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0
19	1	M53	194233	4.5	4.5	4.5	4.5	4.0
24	1	2843	163013	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0
C3	1	L90	194227	2.5	1.5	1.5	2.0	2.0
C3	1	L18	194206	3.0	2.5	1.5	2.5	2.5
C3	1	9461		4.5	4.0	4.0	4.0	4.0
C3	1	M66	194239	4.5	4.5	4.5	4.0	4.5
C3	1	9459		4.0	4.0	4.0	4.5	3.0
5	2		234	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
10	2	M42	194240	3.5	3.0	3.0	3.0	3.0
11	2	9390		4.0	4.0	3.0	3.0	4.0
22	2	9342		3.5	3.5	3.0	3.0	3.0
23	2	L29	194222	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
C2	2	L84	194209	2.5	2.5	2.5	2.5	3.0
C2	2	J26	194135	4.0	4.0	4.0	4.0	4.5
C2	2	J17	903008	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
C2	2	L91	194221	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
C2	2	9338		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
C2	2	9366		2.5	3.0	2.5	3.0	3.0
4	3	J55	903097	4.0	4.0	3.5	3.5	4.0
7	3	J63	903099	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
9	3	J42	194128	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
14	3	M30	194229	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
15	3	L65		3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
20	3	9371	163045	3.0	3.5	3.5	3.5	3.0
C1	3	L24	194209	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0
C1	3	L22	194211	2.5	2.5	2.5	3.0	3.0
C1	3	9362		3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
C1	3		194134	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
C1	3	9316	194237	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0
C1	3	M27	194209	4.5	4.5	4.0	4.0	4.5

10.5. Concentración de Progesterona sérica durante el experimento

Jaula	Trat	Arete		Concentración progesterona (ng/ml)			
		Amarillo	Metálico	2/10/15	15/10/15	22/10/15	29/10/15
8	1	M50	194238	34.8	11.2	32.7	37.3
12	1	9391	16304	8.1	0.0	10.3	11.7
17	1	L21	194207	8.7	0.0	10.7	13.2
24	1	2843	163013	6.9	4.1	0.0	0.0
C3	1	L18	194206	0.0	0.0	0.0	4.6
C3	1	9459		0.0	5.2	16.9	0.0
C3	1	M66	194239	27.2	20.1	0.0	25.6
5	2		234	7.9	21.8	0.0	9.6
7	2	J63	903099	0.0	5.7	0.0	0.0
11	2	9390		0.0	0.0	0.0	5.9
22	2	9342		5.7	2.8	3.6	0.0
C2	2	J17	903008	0.0	0.0	0.0	15.3
C2	2	L84	194209	7.7	0.0	25.4	35.8
C2	2	J26	194135	0.0	0.0	0.0	0.0
4	3	J55	903097	0.0	0.0	0.0	0.0
14	3	M30	194229	14.0	12.9	0.1	17.3
20	3	9371	163045	0.0	0.0	0.0	0.0
C1	3	9316	194237	11.1	0.0	0.0	0.0
C1	3		194134	4.5	22.6	0.0	3.1
C1	3	9362		9.2	0.0	2.6	4.0

10.6. Concentración de Nitrógeno Ureico durante el experimento

Jaula	Trat	Arete		Concentración Nitrógeno Ureico (mg/dl)				
		Amarillo	Metálico	2/10/15	8/10/15	15/10/15	22/10/15	29/10/15
8	1	M50	194238	12.9	9.6	4.4	5.5	15.6
12	1	9391	16304	18.3	15.1	13.2	13.3	24.0
17	1	L21	194207	17.4	14.3	16.8	14.0	17.4
24	1	2843	163013	18.0	13.8	14.2	9.4	10.6
C3	1	L18	194206	17.5	20.7	13.5	19.2	14.8
C3	1	9459		16.7	0.0	10.7	21.3	7.8
C3	1	M66	194239	8.2	7.2	11.0	10.6	17.8
5	2		234	14.2	9.4	12.5	12.6	12.0
7	2	J63	903099	8.6	6.4	5.0	12.6	11.3
11	2	9390		16.6	16.3	14.7	14.9	15.5
21	2	9342		21.7	17.6	14.3	15.6	7.4
C2	2	J17	903008	13.5	18.3	15.4	11.1	18.7
C2	2	L84	194209	11.3	20.4	13.1	16.6	14.8
C2	2	J26	194135	12.0	19.9	13.4	16.0	19.1
4	3	J55	903097	12.9	19.9	5.2	13.5	15.9
14	3	M30	194229	15.3	9.7	10.8	12.5	11.8
20	3	9371	163045	21.1	11.6	13.4	9.7	14.8
C1	3	9316	194237	18.5	29.9	14.3	20.1	18.0
C1	3		194134	9.7	21.2	15.7	19.4	20.6
C1	3	9362		8.6	12.0	19.4	16.4	20.7

10.7. Concentración de Glucosa sérica durante el experimento

Jaula	Trat	Arete		Concentración Glucosa (mg/dl)				
		Amarillo	Metálico	2/10/15	8/10/15	15/10/15	22/10/15	29/10/15
8	1	M50	194238	68.7	71.3	62.5	58.8	81.5
12	1	9391	16304	65.1	75.0	65.4	65.1	87.5
17	1	L21	194207	60.8	79.9	61.1	63.1	75.3
24	1	2843	163013	109.8	66.1	68.0	63.1	94.7
C3	1	L18	194206	72.3	75.9	63.4	71.0	106.2
C3	1	9459		71.3	84.5	67.1	66.7	86.5
C3	1	M66	194239	86.8	83.8	81.9	71.0	-3.9
5	2		234	109.8	88.4	74.0	72.3	54.9
7	2	J63	903099	151.3	83.8	66.7	61.8	81.5
11	2	9390		72.3	69.4	76.6	84.2	79.6
21	2	9342		116.1	78.2	65.7	66.1	73.6
C2	2	J17	903008	125.9	75.9	79.9	60.5	89.8
C2	2	L84	194209	62.5	85.5	73.3	65.4	86.5
C2	2	J26	194135	74.3	86.8	62.8	64.8	76.3
4	3	J55	903097	150.0	124.6	72.0	64.1	83.8
14	3	M30	194229	59.2	82.8	71.0	75.3	29.9
20	3	9371	163045	113.8	74.6	58.8	66.1	80.2
C1	3	9316	194237	120.7	77.6	75.6	80.5	105.5
C1	3		194134	69.4	72.3	72.7	70.7	94.7
C1	3	9362		70.0	85.2	71.7	57.8	85.2

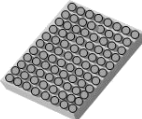
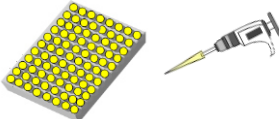
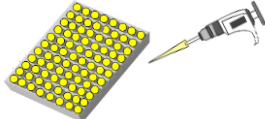
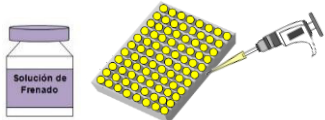
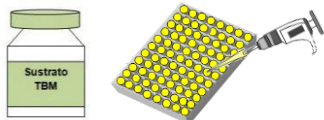
10.8. Actividad ovárica al día 18 del experimento y de diagnóstico de gestación al día 30 post IATF

Jaula	Arete		Trat	Ultrasonografía Transrectal		
	Amarillo	Metálico		Actividad Ovárica 20/10/15		Diagnóstico Gestación 19/11/15
				Ovario izquierdo	Ovario derecho	
3	L23	194227	1	1 Folículo	1 Folículo	Vacía
6	L20	194225	1	No Act.	2 Folículos	Vacía
8	M50	194238	1	2 Folículos	1 CL	Vacía
12	9391	16304	1	3 Folículos	No Act.	Vacía
16	M63	194242	1	1 Folículo	No Act.	Vacía
17	L21	194207	1	1 Folículo	No Act.	Vacía
19	M53	194233	1	No Act.	No Act.	Vacía
24	2843	163013	1	No Act.	2 Folículos	Vacía
5		234	2	4 Folículos	No Act.	Vacía
10	M42	194240	2	1 Folículo	2 Folículos/1 CL	Vacía
11	9390		2	1 Folículo	2 Folículos	Vacía
22	9342		2	No Act.	2 Folíclos	Vacía
23	L29	194222	2	1 CL	1 Folículo	Vacía
4	J55	903097	3	No Act.	No Act.	Vacía
7	J63	903099	3	No Act.	4 Folículos	Vacía
9	J42	194128	3	No Act.	2 Folículos	Vacía
14	M30	194229	3	2 Folículos	No Act.	Vacía
15	L65		3	2 Folículos	No Act.	Vacía
20	9371	163045	3	No Act.	2 Folículos	Vacía

10.8. Continuación

Corral	Arete		Trat	Ultrasonografía Transrectal		
	Amarillo	Metálico		Actividad Ovárica		Diagnóstico Gestación 19/11/15
				20/10/15		
				Ovario izquierdo	Ovario derecho	
C3	L90	194227	1	No Act.	1 Folículo/1 CL	Vacía
C3	L18	194206	1	1 Folículo/1 CL	1 Folículo	Vacía
C3	9459		1	1 Folículo	1 Folículo/1 CL	Vacía
C3	9461		1	1 CL	2 Folículos	Vacía
C3	M66	194239	1	1 CL	2 Folículos	Vacía
C2	L84	194209	2	1 Folículo	1 Folículo	Vacía
C2	J26	194135	2	No Act.	2 Folículos	Vacía
C2	J17	903084	2	No Act.	2 Folículos/1 CL	Vacía
C2	L91	194221	2	No Act.	3 Folículos	Vacía
C2	9338		2	No Act.	1 Folículo/1 CL	Vacía
C2	9366		2	No Act.	1 CL	Vacía
C1	L24	194209	3	1 Folículo	No Act.	Vacía
C1	L22	194211	3	1 Folículo	2 Folículos/1 CL	Vacía
C1	9362		3	1 Folículo/1 CL	No Act.	Vacía
C1		194134	3	2 Folículos	1 CL	Vacía
C1	9316	194237	3	No Act.	1 CL	Vacía
C1	M27	194209	3	1 CL	1 Folículo	Vacía

10.9. Representación esquemática del procedimiento para la determinación de Progesterona sérica

1. Preparación de reactivo			
1.1.	Reactivo de Trabajo A (Solución de Conjugado Progesterona) 12 ml (20X)	24 ml	Reactivo de Trabajo
1.2.	Buffer de Lavado 25 ml (20X)	475 ml Agua destilada	Buffer de Lavado
2. Procedimiento del ensayo			
2.1.	Preparar placa de micropozos	2.2.	Pipette 10 μ L de cada estándar en la en cada pocillo de la primera hilera y 10 μ L de cada muestra en los pocillos siguientes
			2.3.
			Pipette 200 μ L de Reactivo de Trabajo en todos los pocillos
			2.4.
			Incubar 60 mins a temperatura ambiente
2.8.	Agregar 50 μ L de Solución de Frenado a cada pocillo	2.6.	Agregar 100 μ L de Sustrato TBM a cada pocillo
			2.5.
			Remover líquido de la placa con un lavado de tres tiempos 300 ml de Buffer 300 ml de Buffer 300 ml de Buffer
	2.7.		
	Incubar 15 mins a temperatura ambiente		

Al finalizar se realiza una curva de calibración con la absorbancia de los estándares y se aplica la fórmula para la absorbancia resultante de las muestras

10.10. Representación esquemática del procedimiento para la determinación de Nitrógeno ureico sérico

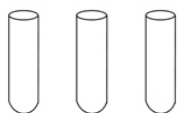
1. Preparación del reactivo

a. Reactivo de Trabajo

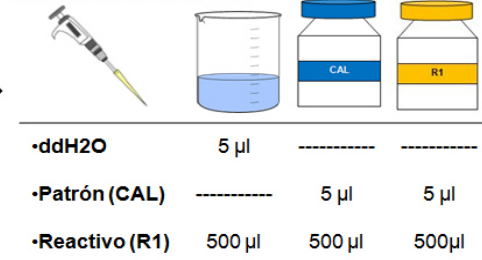


b. Calibración

1. Colocar tres tubos de ensayo



1.2 Colocar en los tubos

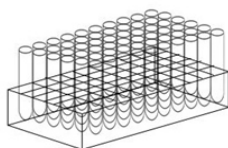


1.3 Colocar en las cubetas el contenido de los tubos e introducir en el espectrofotómetro y calibrar con la absorbancia

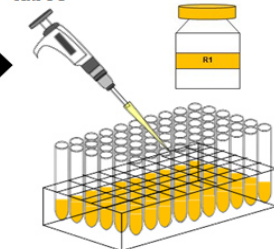


2. Procedimiento del ensayo

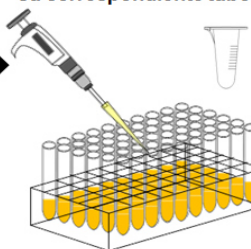
2.1 Colocar los tubos de ensayo a usar



2.2 Colocar 1 ml de R1 a todos los tubos



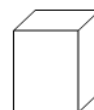
2.3 Colocar 10 µl de cada muestra a su correspondiente tubo



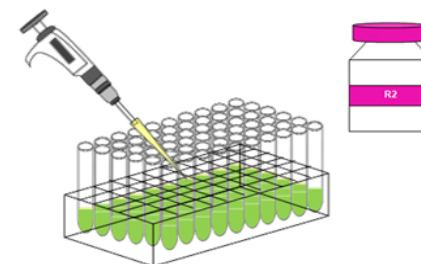
2.4 Mezclar cada tubo en un Vortex e incubar 5 minutos a 25°C



2.6 Mezclar cada tubo en un Vortex e incubar 10 minutos a 25°C. Posteriormente verter el contenido de cada tubo en las cubetas, colocar cada cubeta en el espectrofotómetro y leer absorbancia haciendo una comparación con la previa calibración



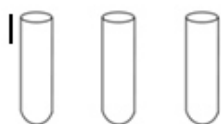
2.5 Agregar 200 µl de Hipoclorito (R2) a cada tubo para obtener un efecto colorimétrico



10.11. Representación esquemática del procedimiento para la determinación de Glucosa sérica

1. Calibración

1.1 Colocar tres tubos de ensayo



1.2 Colocar en los tubos



•Patrón (CAL)	-----	20 µl	20 µl
•Reactivo (R1)	2000 µl	2000 µl	2000 µl

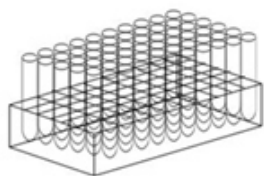


1.3 Colocar en las cubetas el contenido de los tubos e introducir en el espectrofotómetro y calibrar con la absorbancia

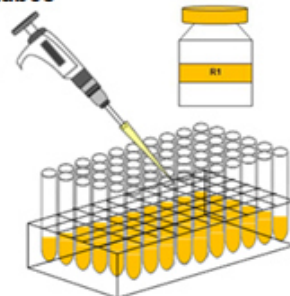


2. Procedimiento del ensayo

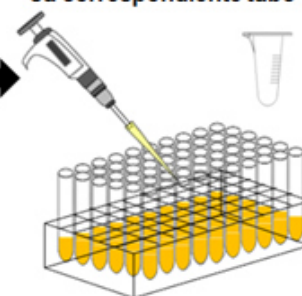
2.1 Colocar los tubos de ensayo a usar



2.2 Colocar 1 ml de R1 a todos los tubos



2.3 Colocar 10 µl de cada muestra su correspondiente tubo



2.4 Mezclar cada tubo en un Vortex e incubar 25 minutos a 25°C. Posteriormente verter el contenido de cada tubo en las cubetas, colocar cada cubeta en el espectrofotómetro y leer absorbancia haciendo una comparación con la previa calibración

10.12. Requerimientos nutricionales para mantenimiento de cabras adultas lecheras (NRC, 2007)

Peso Corporal ^a (kg)	Energía en la dieta ^b (kcal/kg)	Consumo diario de materia seca ^c		Requerimientos energéticos ^d		Requerimientos proteicos ^e	Requerimientos minerales ^f		Requerimientos vitamínicos ^g	
		kg	%BW	TDN (kg/d)	ME (Mcal/d)	CP @40% UIP (g/d)	Ca (g/d)	P (g/d)	A (RE/d)	E (IU/d)
30	1.19	0.80	2.68	0.43	1.54	51	1.6	1.2	942	15
40	1.19	1.00	2.49	0.53	1.91	64	1.9	1.5	1256	212
50	1.19	1.18	2.36	0.62	2.25	75	2.1	1.7	1570	265

^aPeso Corporal usado para estimar los requerimientos es el determinado o estimado en kilogramos (kg) promedio para el período durante el cual estos requerimientos serán aplicados.

^bSe usaron tres dietas hipotéticas con niveles crecientes de concentración de energía (1.91, 2.34, y 2.87 kcal/kg) en el calculo del consumo y requerimientos nutricionales. Para cada línea, se selecciono una dieta para representar el nivel de concentración de energía que se aproxima al necesario para el animal para alcanzar un adecuado consumo para satisfacer sus requerimientos energéticos.

^cEl consumo diario de materia seca, expresado en kg o como porcentaje de peso corporal, de una dieta con la concentración energética indicada (columna previa) que es requerido para alcanzar los requerimientos energéticos. Estas concentraciones de energía deben tomarse solo como ejemplo. En algunos casos, las dietas con mayor o menor concentración de energía pueden ser más apropiados.

^dLos requerimientos energéticos expresados como nutrientes digestibles totales (TDN) en kg/d y energía metabolizable (ME) como kcal/d.

^eLos requerimientos proteicos expresados como proteína cruda (CP), y el consumo de proteína degradable (DIP). Los requerimientos de CP difieren con la proporción de consumo de proteína no degradable (UIP) por el requerimiento mínimo de DIP.

^fDos macrominerales, calcio (Ca) y fósforo (P), comunmente se incluyen en dietas balanceadas. Frecuentemente, el balance (ratio) de los dos minerals también es de consideración.

^gDos vitaminas solubles en grasa, A y E, que frecuentemente son deficientes en las dietas de animales se expresan en equivalentes retinales (RE) y unidades internacionales (IU) para las vitaminas A y E, respectivamente. La equivalencia retinal (RE)= 1 µg de todos los retinoles trans, 5 µg de todos los betacarotenos trans, y 7.6 µg de otros carotenoides.